



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

Sci 1525.21

HARVARD COLLEGE LIBRARY

**BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787-1855)
OF BOSTON**

**FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
APPLIED TO THE ARTS AND TO NAVIGATION**



V^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

LA HAYE, 1894.

1^{re} QUESTION.

CONSTRUCTION

**des canaux de navigation permettant une
exploitation à grande vitesse.**

RAPPORT

PAR

M. GRÖHE,

Inspecteur des Travaux Hydrauliques à Munster.

LA HAYE,

Typ. de BELINFANTE FRÈRES, A. D. SCHINKEL Succ.,

PAVELJOENSGRACHT, 19.

1894.



DeGrand fund

Sixième Congrès international de Navigation intérieure

LA HAYE. 1894.

Construction des canaux de navigation permettant une exploitation à grande vitesse.

RAPPORT

PAR

GRÖHE,

Wasser-Bauinspector à Münster i/W.

INTRODUCTION.

La question que nous entreprenons de traiter a déjà sous quelques unes de ses faces fait l'objet des discussions dans les Congrès précédents.

Le dernier Congrès de Paris s'est en effet occupé dans la question 1^{re}:

De la „Consolidation des berges et talus des canaux” — des moyens en usage pour la consolidation des berges et des talus en prévision d'une exploitation *à une vitesse plus grande*; — des résultats; des prix d'installation; — de l'influence de la *largeur du chenal*.

Dans la question 6^e, il s'est occupé de la „traction des bateaux sur les canaux”. On le voit, on s'est déjà occupé au Congrès de Paris de plusieurs points essentiels qui font partie du programme actuel.

La 1^{re} question du VI^e Congrès actuel comprend la découverte de toutes les relations qui existent entre un bateau navigant à grande vitesse, et la section mouillée des canaux ainsi que la consolidation des berges. Ces relations doivent être éclairci par des expériences dont les résultats seront soumis à un examen critique. Il serait difficile de traiter tous les points de ce large programme dans un rapport strictement limité; quand bien même, les expériences requises aient été faites en nombre suffisant. Ceci n'a pas été le cas pour l'Allemagne; et l'on ne doit considérer les explications données dans ce rapport touchant les différents points de la 1^{re} question, explications qui n'ont trait qu'aux *canaux de navigation intérieure*, que comme un essai pour me conformer en une certaine mesure aux propositions du programme.

INFLUENCE DES DIMENSIONS ET DE LA FORME DE LA SECTION DU CANAL, SUR LA VITESSE DU MOUVEMENT ET L'EFFORT DE TRACTION.

Pour des raisons que nous ferons connaître tantôt, il a été en général plus aisé de fixer la force de résistance pour les bateaux et les trains de bateaux navigant en *des courants libres* d'une largeur et d'une profondeur suffisantes, que d'évaluer l'effort de traction dans des *profils des canaux étroits*. Quoiqu'il en soit malgré les nombreuses expériences qui ont été faites jusqu'ici (1) il n'est pas encore possible d'en tirer des formules fixes, qu'on pourrait appliquer sûrement aux différentes relations entre la section immergée des bateaux, et aux différentes vitesses d'exploitation.

De même les expériences faites par MOHR sur le canal de l'Oder au Spree (2) ne paraissent pas avoir fourni une base suffisante pour y appuyer une formule utilisable et universelle sur la force de résistance. L'expérience la plus importante est peut-être celle qui a été faite dans les derniers temps en Hollande; d'après celle-ci, une vitesse fixe, parfaitement réalisable, qui (dans les bateaux à hélice) ne peut plus être augmentée par une augmentation de pression à la machine, est trouvée conforme à une relation déterminée entre la section mouillée du canal et la section immergée du bateau.

Néanmoins les observations que l'on a pu faire jusqu'ici suffisent à peine pour pouvoir être utilisées déjà et d'ores pour la fixation d'une section de canal avantageuse sous tous rapports. Il manque donc encore toujours aux règles rédigées au Congrès de Vienne un fondement plus scientifique.

Importance du trafic, manière d'exploitation, tonnage des bateaux, vitesse de ceux-ci et section mouillée des canaux sont tous en corrélation réciproque.

Toutes les expériences à faire conformément au programme ont donc en dernière analyse pour but la solution du problème suivant :

Etant donné un mouvement de trafic déterminé, comment faut-il déterminer la section d'un canal, ainsi que la forme convenable et la vitesse du bateau, pour que les frais de construction et d'entretien du canal et de l'exploitation des bateaux atteignent un minimum ?

Pour la détermination de la section du canal la vitesse du bateau exerce une influence décisive. Toutefois il faut observer qu'une exploitation *plus*

(1) Cfr. les expériences de „Schnell” avec des trains sur le Rhin „Zeitschrift für Bauwesen 1889”; ainsi que les excellentes expériences de MM. DE MAS et CAMÉRÉ, communiquées au Congrès de Paris.

(2) Cfr. „Zeitschrift für Bauwesen 1891”.

8
11-2

rapide et plus régulière ne peut venir de préférence en question que pour des canaux sur lesquels *un trafic plus considérable* est déjà existant, ou probable. L'augmentation de la vitesse d'exploitation est limitée :

- 1^o par le genre de consolidation des talus ;
- 2^o par la grandeur de la section du canal lui-même.

Lorsque le bateau est à hélice, même lorsque les berges sont suffisamment consolidées, l'augmentation de la force motrice au delà d'un degré déterminé, n'aura d'autre résultat que d'augmenter le nombre de tours morts de l'hélice, et d'augmenter l'action des vagues contre les berges. Il reste néanmoins vrai que *l'utilisation* du canal dépend de l'augmentation de la vitesse, pour aussi longtemps que la grandeur des bateaux reste la même.

Souvent on saisit mal ce qu'il faut entendre par utilisabilité (*leistungs fähigkeit*) d'un canal, probablement parce que la chose signifiée ne correspond pas exactement à la signification du mot. Le plus souvent on comprend par utilisabilité d'un canal le maximum des tonnes kilométriques qu'un canal peut maîtriser en un an. Il est pourtant clair, que ce nombre de tonnes ne dépend que du travail que peuvent fournir les écluses, et cela jusqu'au point où les bateaux naviguent dans le mouvement le plus lent à court intervalle l'un derrière l'autre.

En augmentant le nombre des écluses à l'extrémité de chaque bief, ou en abrégeant la durée d'un exclusage double, de même en augmentant le temps de l'exploitation, on pourrait porter l'utilisabilité même d'un canal très peu large, aussi haut qu'on voudrait. En fixant ainsi cette signification, on n'a pas égard à la durée moyenne du voyage de chaque bateau ; laquelle de son côté détermine le nombre de bateaux qui sont nécessaires pour effectuer tout le trafic.

Il sera donc plus exact de comprendre par *la plus grande utilisabilité d'un canal*, étant donnés le genre d'exploitation et la grandeur des bateaux, *ce nombre de tonnes kilométriques* qui peuvent être fournies par *des bateaux à charge complète*, dans une exploitation régulière dans l'unité de temps *avec un minimum de durée de voyage pour chaque bateau en particulier*.

De plusieurs canaux possédant un même trafic et mêmes instruments de transport, celui-là fournira le plus grand degré d'utilisabilité, qui réalise la grandeur moyenne du trafic kilométrique avec le plus petit nombre de bateaux.

L'utilisabilité annuelle effective d'un canal sera naturellement toujours beaucoup au-dessous de la *plus grande utilisabilité théorique possible*. Toutefois, on doit tâcher de s'approcher autant que possible de l'utilisabilité théorique, par l'enlèvement des principaux obstacles de la navigation, par l'introduction d'une exploitation régulière, et par l'amélioration des installations de transbordement.

En déterminant la section des canaux il s'agit en dernière analyse de réduire les frais de transport à un minimum. On voit qu'une telle détermination est d'une difficulté énorme, parce qu'étant donnée la grandeur du trafic, ainsi que le genre d'exploitation et le tonnage des navires, la vitesse de ces derniers dépend encore de la section du canal et de la consolidation des berges.

L'examen devient encore plus difficile, du moment qu'il s'agit de prendre une décision par rapport au tonnage des bateaux lors de la construction de nouveaux canaux, parce que la section du canal dépend en première ligne de la grandeur et de la forme des bateaux.

Il est clair que si les bateaux sont petits, la section du canal peut diminuer, ou que la vitesse d'exploitation peut augmenter. En outre la capacité de transport des bateaux est limitée par l'utilisation de l'emplacement de chargement et déchargement, c.-à.-d. par l'opportunité de transbordement. D'un autre côté les frais de transport par tonne pour petits bateaux augmentent très promptement.

Il ne sera donc pas possible de prendre une décision générale; mais il faudra décider chaque cas en particulier, en tenant compte des intérêts économiques, de la position des voies d'eau affluentes et de la grandeur de leur section.

En tout cas il est établi que dans les derniers temps, la tendance justifiée à augmenter le tonnage des bateaux se manifeste d'une manière si éclatante qu'il n'y a pas à songer à s'y opposer surtout.

C'est là un fait qui est confirmé péremptoirement par tous les fleuves navigables à grand trafic. A la figure de la page 4 on peut voir, d'après les registres de la navigation, un tableau du développement de la structure des bateaux de la flotte rhénane, de 1848—1891 pour bateaux de plus de 500 tonnes. Il est remarquable comment on a construit des bateaux toujours de plus en plus grands. On peut voir à la page 5 l'influence de cet accroissement de tonnage sur toute la flotte rhénane.

D'après cette statistique le tonnage de 950 bateaux cubant au delà de 800 tonnes, était égal au tonnage total des 5178 bateaux restants de la flotte rhénane.

Dans les derniers temps on a constaté la même tendance pour l'accroissement du tonnage des bateaux de canaux; surtout lorsque les canaux étaient reliés à des fleuves ayant une profondeur d'eau suffisante.

Cependant sur les canaux à section étroitement mesurée, un grand obstacle, auquel jusqu'ici on n'a pas prêté assez d'attention, vient entraver cette tendance à augmenter non seulement le cubage, mais encore la vitesse des bateaux; la perte de vitesse par le croisement des bateaux.

Il est dès l'abord évident que le nombre des croisements doit augmenter outre mesure, lorsque avec un grand trafic le canal ne peut être parcouru qu'à un mouvement très modéré, et cela à raison d'autant plus forte que le cubage des bateaux est plus petit, puisque alors le nombre des bâtiments nécessaires doit être plus grand.

Quoique dans les discussions du Congrès de Vienne on n'ait rien objecté contre la thèse que: les croisements des bateaux sont choses absolument indifférentes pour la fixation de la section des canaux, du moment que la somme des intervalles qui séparent les bateaux de la rive et les bateaux entre eux est égale à 3 m., il faudra cependant admettre, d'après ce qui a été dit plus haut, que l'influence des croisements sur des canaux aussi peu larges

mérite bien quelque considération, et que dans la suite il faudra examiner les points principaux qui se rattachent à cette question. *Je tiens à faire remarquer qu'il ne peut ici être question que d'une estimation superficielle; mais que déjà ces estimations permettront de reconnaître l'importance du sujet, surtout au point de vue du maintien d'une exploitation régulière à vitesse plus grande.*

De l'influence des obstacles de la navigation, particulièrement des croisements des bateaux, sur la fixation de la section des canaux à grand trafic et à exploitation rapide.

Pour autant que je sache, l'influence des obstacles à la navigation dans les canaux à petite section, sur la vitesse moyenne d'exploitation à atteindre, n'a jusqu'ici été étendue que dans les rapports les plus généraux. D'ailleurs pour la solution exacte de ces sortes de problèmes, les données scientifiques nécessaires font défaut, et des expériences pratiques sur des canaux qui possèdent un grand trafic au moyen de bateaux à grandes dimensions ou à grand tonnage, n'ont pas encore été faites en nombre suffisant.

Les points d'arrêt qu'on rencontre sur presque tous les canaux, furent, il est vrai, quand il y avait augmentation de trafic, considérés comme des inconvénients; mais on considéra généralement ces inconvénients comme inévitables, et inhérentes à la nature de la voie de navigation, dont l'interruption par des écluses, devait nécessairement occasionner de grandes difficultés pour l'introduction d'une exploitation régulière.

On croyait donc ne pouvoir apporter remède à ces pertes de temps pour la navigation, qu'en augmentant *la célérité des éclusages*.

Cette mesure est suffisante pour les canaux à longs biefs où les bateaux ne rencontrent que peu d'obstacles et peuvent marcher aussi vite que possible; mais par contre elle est insuffisante lorsque des bateaux, ayant besoin de marcher à toute vitesse afin d'abrégé la durée du voyage, sont obligés de naviguer sur un canal étroit et plein d'obstacles.

Dans l'examen qui suit il sera prouvé que l'influence favorable qu'exerce sur la navigation l'élargissement de canaux trop étroits, peut être estimée jusque dans une certaine mesure; et que cette influence, même dans des conditions d'exploitation très favorables, n'acquiert une importance exceptionnelle que lorsqu'il y a un trafic considérable.

Les principes réels pour une telle estimation des pertes subies au croisement, et de leur influence sur la détermination de la section de canaux à grand trafic et à navigation rapide, ont déjà été indiqués par l'auteur de ce rapport dans un publié en Juillet 1891 sur les avantages de l'élargissement et de l'approfondissement du canal Dortmund—Ems.

A. Influence des obstacles à la navigation, sur le mouvement du bateau dans un canal sans écluses.

1) *Longueur du chemin dans le temps t, en tenant compte du retard occasionné par les obstacles.*

La vitesse admissible d'exploitation v dépend de la force motrice dont on dispose, du genre de consolidation des berges, et de la section immergée du bateau. Cette vitesse est entravée:

1^o) *par des obstacles à la navigation,*

savoir: par des ponts, des portes de sûreté, des résistances des courbures, des croisements d'autres bateaux, et enfin par l'influence du vent et des vagues.

2^o) *par certains arrêts forcés des bateaux,*

par suite de certaines prescriptions de l'exploitation, ou par suite de circonstances diverses amenées par le genre d'exploitation.

Si d'après la fig. 1. page 1, on désigne par $X = x_1 + x_2 + x_3 \dots$ la somme de ces tronçons de canal où le bateau peut marcher à toute vitesse v ; par $A = a_1 + a_2 + a_3 \dots$ les parties du chemin où il intervient des changements d'allure par suite des obstacles à la navigation; par v_m la vitesse moyenne sur la partie A ; et enfin par $B = b_1 + b_2 + b_3 \dots$ la longueur du chemin que le bateau aurait pu effectuer à la vitesse permise, pendant le temps qu'il a été arrêté: le temps t nécessaire pour parcourir toute cette distance sera exprimé par cette équation:

$$1) \quad t = \frac{X}{v} + \frac{A}{v_m} + \frac{B}{v}$$

De là on peut connaître par les connus $a_1 \dots b_1 \dots v_1 \dots$ le chemin X dans lequel règne toute la vitesse pour un temps de navigation déterminé, savoir

$$2) \quad X = tv - \frac{A \cdot v}{v_m} - B.$$

Le trajet L accompli par le bateau dans le temps t se rend par l'équation

$$L = X + A.$$

En remplaçant X par sa valeur comme par 2), nous avons

$$3) \quad L = t \cdot v + A - \frac{A \cdot v}{v_m} - B$$

d'où l'équation générale d'exploitation

$$4) \quad L = \frac{t \cdot v}{S} - \left[A \left(\frac{v - v_m}{v_m} \right) + B \right]$$

$$5) \quad L = S - s.$$

2) *Conclusions de l'équation.*

A l'équation, le premier membre $t \cdot v$ signifie le chemin $= S$, que le bateau ferait sans obstacles; le deuxième nombre $= s$ le chemin perdu par les obstacles.

L'équation ne reste bonne qu' aussi longtemps $x = 0$ d'après l'équation 2)

$$6) \quad t \cdot v = \frac{A \cdot v}{v_m} + B.$$

Si $x < 0$ la pleine vitesse ne se laisse atteindre sur aucun point du trajet, et la vitesse moyenne, par l'influence de B descend encore *sous* la valeur v_m .

Il est du reste évident, que dans l'équation générale d'exploitation *il faut comprendre aussi le cas d'éclusage*, du moment que sous a on comprend *cette* longueur du chemin que le bateau a à parcourir depuis l'endroit devant l'écluse où il doit modérer sa vitesse, jusqu'à l'endroit derrière l'écluse où il peut reprendre la vitesse v .

B. Influence des obstacles au trafic, sur la navigation dans un bief du canal.

1) Division du bief en sections déterminées. Pose des principes.

Si l'on veut atteindre dans un bief de canal, par une vitesse donnée maxima v , le maximum de trafic en même temps que la durée de voyage minima, et la quantité d'eau minima pour l'éclusée: il faut qu'après chaque éclusage le bateau entrant soit immédiatement remplacé par un bateau sortant.

Ceci exige une exploitation régulière, une division de tout le bief en tronçons d'exploitation, qui sont parcourus par le bateau dans le même temps t , dans lequel celui-ci fait le chemin l_0 à l'endroit où se trouve l'écluse (cfr. fig. 2 page 1).

La longueur des différents tronçons, la grandeur des obstacles étant connus, pourraient être déterminée d'après la maîtresse équation 4).

Par une exploitation régulière, il y aura deux croisements par tronçon de bief: l'une toujours à l'extrémité du tronçon, l'autre en cours de route à un des endroits déterminés par les obstacles à la navigation. Il s'en suit immédiatement, que *plus les obstacles dans les tronçons seront nombreux, plus l'étendue l de ceux-ci sera courte, et en conséquence plus les croisements dans tout le bief seront nombreux.*

La grandeur ou le nombre des obstacles augmentant, le nombre des croisements nécessaires pour le trafic maximum augmente également, ce qui avec la perte de vitesse inévitable à chaque croisement, et qui influence de nouveau la longueur l des tronçons, doit exercer une influence *pleine de conséquences* sur la vitesse moyenne d'exploitation sur les canaux à grand trafic.

S'il se présente des arrêts dans le trafic, qui ne sont causés que par l'exploitation irrégulière de la navigation sur la voie libre; dans la supposition que par une exploitation régulière les écluses suffisent pour le plus grand trafic moyenne journalier: le nombre de croisements devra augmenter, ou bien la vitesse moyenne des bateaux devra subir une diminution encore plus considérable. La même chose a lieu lorsqu'à certaines époques le trafic

est plus grand d'un côté que de l'autre. Les dommages causés par les croisements se feront alors fortement sentir, puisqu'il sera difficile de se procurer assez rapidement les bateaux nécessaires pour compenser les retards subis.

Si pendant un certain temps on écluse principalement d'un seul côté, les vaisseaux éclusés se succéderont dans cette direction à des intervalles plus rapprochés, et entraveront considérablement la marche de ceux qui arrivent en sens contraire; par conséquent avec une exploitation de ce genre, il faudra un nombre de bateaux plus grand, afin d'équilibrer les retards subis dans le transport des marchandises. Ceci est de la dernière importance pour des sociétés de transport, qui ont tout intérêt à travailler avec le moins de bateaux possible afin de diminuer les frais d'exploitation. Par une augmentation soudaine du trafic, par exemple immédiatement avant ou après la fermeture de la navigation; avant ou après le barrage du canal; en outre aux époques ou par suite d'une interruption du transport par chemin de fer, le transport par eau est surtout employé: dans tous ces cas la nécessité d'abréger la durée du voyage et une succession plus rapide de bateaux s'imposent encore plus impérieusement.

Toutes ces considérations, même sans le concours de chiffres, prouvent déjà que sur des canaux importants et à grand trafic, on doit dans la mesure du possible tâcher de diminuer les obstacles au trafic.

2) *Ce qu'il faut entendre par unité de bief.*

Si par une exploitation régulière des écluses on n'envisage comme obstacles à la navigation que *les seuls croisements*, les tronçons l de bief, qui répondent à la distance des bateaux navigant dans une même direction, *déviennent égaux entre eux*. La longueur d'un tel tronçon pour une vitesse d'exploitation déterminée, peut alors être prise comme unité de mesure pour la fixation des pertes de croisement ou des difficultés d'exploitation; et cette longueur sera dans la suite désignée par l'expression d'*unité de bief*. L'unité de bief, y compris le retard causé par un double croisement, pourra ainsi être parcourue par un bateau dans le même temps t , dans lequel un double éclusage a lieu; ce temps t doit être déterminé dans l'hypothèse qu'un bateau immédiatement après la sortie de l'écluse, opère son premier croisement, et cela *avec la plus petite perte de temps*, avec le bateau qui va prendre sa place dans l'écluse.

Eu égard aux inclusions exposées ci-dessus, chaque obstacle à la navigation par la diminution de la vitesse moyenne du bateau, raccourcit la longueur des tronçons de bief, et par conséquent fait augmenter le nombre des croisements dans le bief; ces inconvénients augmentent par chaque irrégularité dans l'exploitation et par les oscillations dans le mouvement du trafic; dans ces conditions une *supputation* des pertes de vitesse qui est faite avec exclusion de tous obstacles sauf ceux des croisements, donnera *des pertes globales beaucoup moins considérables*, que si on tenait compte des autres obstacles qui pourraient peut-être exister. Par conséquent l'éloignement total des obstacles par un élargissement du profil doit être d'une conséquence très considérable.

C. Examens des pertes de vitesse, qui sont occasionnées dans un bief uniquement par les croisements.

Les différents genres d'exploitation peuvent être partagés en deux groupes, selon qu'il y a exploitation de forces *constante* ou *variable*.

1) Exploitation constante.

L'exploitation constante des forces embrasserait ces sortes de mouvement près desquels la force motrice est en connexion si intime avec le bateau, qu'il n'y a pas moyen de la modérer à l'aide d'un frein, mais qu'il faut l'interrompre complètement si l'on veut tempérer la vitesse. A ce genre de force motrice appartient le halage funiculaire (pratiqué de la rive). Du moment que le profil est si étroit que la vitesse d'exploitation doit être modérée lors du croisement, les pertes de temps, subies par l'interruption et le rétablissement de la communication avec la source de la force, durant lesquels le bateau demeure stationnaire ou du moins n'exerce pas de mouvements réguliers, doivent, d'après l'équation 4), être représentées par une quantité b (cfr. sous-division E). Comme dans l'unité de bief il se présente deux croisements, la longueur de l'unité devrait être exprimée par :

$$7) \quad l_c = t \cdot v - 2 \left[a \left(\frac{v-v_m}{v_m} \right) + b \right]$$

Du moment que dans l'exploitation constante il est inséré un mécanisme qui permet de modérer la vitesse à l'aide d'un frein, l'exploitation de la force peut eu égard au bateau, être considéré ici aussi comme variable.

2) Exploitation variable.

Sous cette rubrique sont compris les autres genres d'exploitation : propulsion à la main, halage au moyen de chenaux, de locomotives, remorquage, exploitation électrique etc.

D'après la figure 3 page 1, dans laquelle le mouvement de deux bateaux qui se croisent est rendu visible par l'indication des vitesses aux deux côtés des lignes de flottaison et par la représentation de quelques positions des bateaux, il est évident que la figure de vitesse pour chaque bateau devient la même. La longueur du croisement proprement dit a , doit, pour plus de sûreté être prise plus longue qu'une longueur de bateau, puisque les bateaux au moment le plus critique, immédiatement avant le commencement du croisement, ont déjà pris le minimum de vitesse. De l'équation 4) il suit pour ce cas spécial, tandis que $b = 0$:

$$8.) \quad l_v = t \cdot v - 2 a \left(\frac{v-v_m}{v_m} \right)$$

Il faut calculer de la même manière les pertes de vitesse pour les trains remorqués.

D. Détermination des pertes de vitesse par les croisements dans un canal à section étroite en comparaison avec un profil élargi.

Pour la discussion suivante nous prendrons pour base la section mouillée de canal de la fig. 1 page 1 qui a une largeur au plafond de 14,0 m. et une profondeur d'eau de 2,0 m.; ainsi qu'une section de bateau de 6,5 m. de largeur et d'un tirant d'eau de 1,70 m. La plus grande largeur de bateau choisie, est proportionnée à la largeur des écluses qui est de 7,0 m.

Il y a des canaux en exploitation d'une semblable section, dont les écluses livrent passage à des bateaux encore plus larges.

La relation entre la section mouillée du bateau et la section mouillée du canal 1 : n ainsi que les forces de traction ne subissant pas une amélioration très sensible par suite d'un élargissement peu considérable, cet élargissement ne paraît pas devoir être entrepris lorsqu'on n'a pas d'autre but en vue. Ainsi par exemple pour la section adoptée la relation 1 : n augmente par un élargissement de 2,0 m. de 1 : 3,6 jusqu'à 1 : 4,0, tandis que la force de traction baisse de 535 Kg. à 503 Kg. (*) Il faut au contraire attacher une grande importance *aux intervalles entre les bateaux et les rives* lors des croisements; ce sont eux qui exercent le plus d'influence sur les croisements des longs et lourds bateaux. Bien que les expériences faites jusqu'ici ne permettent pas encore de déterminer quelle est la largeur la plus propice pour ces intervalles, il faut en tout cas reconnaître qu'un élargissement quelque peu considérable qu'elle soit de la section d'un canal étroit, présentera les plus grands avantages pour l'exécution des croisements. En conservant l'intervalle d'environ 1 m. entre les deux bateaux, l'élargissement du canal augmentera les intervalles entre les bateaux et les berges, ce qui pour la dirigeabilité du bateau paraît être de la plus grande valeur.

Il est hors de tout doute, que la dirigeabilité des bateaux lors des croisements, sitôt que les intervalles entre les bateaux et les berges sont trop étroits, ne peut être conservée, et que les collisions et les graves endommagements ne peuvent être évités, que lorsque la vitesse des bateaux est *considérablement* tempérée.

Dans le passé on n'a pas examiné la question des pertes de vitesse lors des croisements, probablement parce que, le trafic au commencement de l'exploitation étant assez peu considérable, on croyait que ces pertes de vitesse n'auraient pas grande influence sur la régularité de l'exploitation ou sur l'augmentation des frais d'exploitation.

Pour la fixation estimative des pertes de vitesse prévues, il ne faut pas

(*) D'après la formule de MOHR $P = 140 \left(\frac{A^3 v^3}{2A + C} \right)$ pour $v = 1,4$ m.

négliger certaines données, qui ne peuvent pas être prouvées par des chiffres, mais qui se laissent bien justifier par la nature de l'exploitation. Des changements assez considérables de l'espace du croisement α restent quand même; comme le prouvent les calculs d'essai, savoir dans l'acception d'un plus grand trafic, sans influence réelle sur le résultat, comme il sera prouvé à la fin.

Dans l'exploitation à force *constante* pour laquelle il faut admettre une vitesse de 0,8 m. ou de 1,0 m., il est dangereux de donner dans l'étroit profil du canal, aux deux bateaux en même temps la vitesse normale d'exploitation à l'endroit du croisement. Il faut ou bien que l'un bateau se range immobile contre la rive et attende jusqu'à ce que l'autre soit passé, ensuite qu'il soit de nouveau repoussé de la berge et rattaché à la corde; ou bien que les deux bateaux lâchent la corde, accomplissent le croisement, où une propulsion par la main peut bien donner une vitesse de 0,30 m., et se rattachent ensuite de nouveau à la corde. Dans les deux cas les pertes de vitesse pour l'un bateau comme pour l'autre sont assez égales.

Par la réduction de b dans un profil étroit, v_m se rapproche davantage de la valeur pour l'exploitation à force variable. La même chose a lieu pour la traction funiculaire à frein.

Lorsque l'exploitation a lieu à force *variable* il faut admettre que dans un profil étroit, lorsque les vaisseaux se croisent la vitesse est diminuée jusqu'à 0,3 m. et que pour éviter les collisions, le frein doit déjà fonctionner à plus d'une longueur de vaisseau avant que le croisement n'a lieu. Au contraire, dans un profil élargi la vitesse ne soit être réduite qu'à 0,8 m., et l'on peut serrer le frein moins longtemps d'avance à cause de la diminution moins considérable de la vitesse et de la plus grande dirigeabilité du vaisseau.

Cette vitesse maxima de 0,8 m. à l'endroit du croisement, pour ne pas calculer trop favorablement, est maintenue dans le profil élargi pour les vitesses de 1,0 m. jusqu'à 1,4 m. bien qu'une vitesse de 1,0 m. semble pouvoir être atteinte. Dans tous les cas, le bateau doit modérer à temps la vitesse avant le croisement, en serrant le frein, afin d'éviter les collisions, et les distances où il faut commencer à serrer le frein ne (cfr. Fig. 5 p. 1) peuvent réellement pas être plus courtes. Par contre on pourrait rapprocher quelque peu l'endroit où les bateaux, le croisement accompli, reprennent la pleine vitesse.

De la même manière devrait suivre la fixation de v_m pour la formation d'un train de deux ou plusieurs bateaux. Comme au croisement de deux trains de bateaux les dangers sont plus grands qu'au croisement de bateaux isolés, il faut admettre pour ce croisement un chemin relativement plus long avec une vitesse d'exploitation minima, et pour le profil étroit il faut tenir compte des distances plus longues auxquelles il faut commencer le changement de vitesse. Pour le moment nous n'examinerons que les pertes de vitesse lors du croisement de *bateaux isolés à charge complète*.

Les valeurs de v_m pour différentes vitesses d'exploitation v , formées d'après Fig. 5 page 1, et basées sur les hypothèses précédentes, ne peuvent en aucune façon prétendre à une grande justesse, mais on peut admettre avec une sûreté

suffisante, que pour autant ceci est nécessaire pour un examen *purement superficiel*, les écarts se mènent dans les limites permises. D'après cela pour prouver l'heureuse influence d'un élargissement du profil, ces valeurs moyennes de v_m peuvent être employées, sans songer à pousser plus loin les calculs.

E. Comparaison des pertes de vitesse dans un profil étroit et un profil élargi, et représentation graphique des résultats.

1. *Relations entre la grandeur du trafic, la durée d'éclusement et l'unité de bief.*

De l'équation 8.)

$$l = t \cdot v - 2 a \left(\frac{v - v_m}{v_m} \right)$$

il conste que l'accroissement de l'unité de bief en dedans des limites de l'équation 6) suit ponctuellement avec le temps t , puisque le second membre — c. à d. le chemin perdu — reste constant.

La durée d'un double éclusement, y compris le temps pour le chemin que le bateau doit parcourir devant et derrière l'écluse jusqu'au premier croisement, détermine, comme il a été dit plus haut la grandeur de l'unité de bief, c. à d. *la distance des bateaux ou des trains de bateaux navigant dans la même direction*. Le chemin l_0 , depuis le premier croisement en deça de l'écluse jusqu'au premier croisement au delà de l'écluse, était donc pour la chambre d'écluse une valeur déterminée et fixe.

Dans le calcul de la valeur l_0 , ou de l'unité de bief, on devrait supposer qu'il existe sur le canal un trafic assez considérable pour faire fonctionner continuellement les écluses; car c'est seulement dans ce cas que par une exploitation régulière, sans qu'il y ait des arrêts, le bateau sortant de l'écluse pourra y être remplacé avec la plus petite perte de temps par un bateau rentrant.

Si le trafic n'est pas aussi considérable, il est clair que les bateaux après chaque double éclusement exécuteront le premier croisement non plus immédiatement en deça ou au delà de l'écluse, mais qu'à l'endroit de l'écluse ils accompliront un chemin plus long jusqu'au premier croisement. Dans ce cas l_0 représente une valeur variable qui devient d'autant plus grande, que le trafic journalier moyen est plus petit. La faute commise ainsi pour la fixation de l'unité de bief, ne sera de quelque importance que pour des biefs très courts, pour lesquels toute cette étude est quand même pour d'autres raisons sans portée pratique. Il faut tenir compte de la même observation dans le cas où le trafic augmente. On doit pour le maintien de l'exploitation régulière construire l'une à côté de l'autre, le nombre d'écluses nécessaires, et la distance entre les bateaux éclusés devient toujours plus petite.

L'équation pour la distance des bateaux isolés

$$l = t \cdot v - 2 a \left(\frac{v - v_m}{v_m} \right)$$

suffit ainsi en général avec une justesse suffisante pour chaque grandeur de trafic, du moment que le temps t qui correspond à cette grandeur de trafic, est déterminé. Par exemple, le trafic comporte-t-il annuellement le nombre de tonnes A , dans l'hypothèse de 270 jours d'éclusage par an, de 10 heures de fonctionnement par jour et d'un chargement de 400 $(1 + 1/5) = 480$ t pour le double éclusage,

$$9.) \quad \frac{A}{270 \cdot 10 \cdot 60 \cdot 480} = t',$$

où t' signifie le nombre de minutes par double éclusage avec longueur de chemin l variable d'après la grandeur du trafic A .

Dans la Fig. 1 page 2 on a rapporté les valeurs pour des distances de bateaux avec durée d'éclusage croissante pour les vitesses $v = 1,0$ et $1,4$ m.; et on y a donné les grandeurs annuelles de trafic calculées d'après l'équation 9). D'après cette figure il conste que par une vitesse d'exploitation plus petite les distances des bateaux diminuent, tandis que les pertes par les croisements augmentent.

2) Détermination du chemin dans l'unité de temps.

On trouve immédiatement le chemin dans l'unité de temps par l'équation 8) en divisant par t'

$$10.) \quad S = \frac{l}{t'}.$$

Les résultats du calcul sont indiqués dans la Fig. 2 page 2 au dessus de l'axe.

Strictement parlant la valeur exacte de S ne se laissera employer pour le calcul du temps d'exploitation sur tout le canal que lorsque les divers biefs L entre les endroits d'éclusage (comme il a été fait dans la division B) divisés par la mesure de l'unité de bief, donnent un nombre complet. Mais il est d'avance apparent que dans le cas où ceci ne se produit pas, la vitesse moyenne, d'exploitation pour le canal devient d'autant plus petite, la longueur de l'unité de bief s'abaisse de même et le nombre de croisements dans une exploitation régulière doit augmenter; de façon qu'avec l'introduction de l'unité de chemin déterminée plus haut S la valeur des pertes de croisements se montrera plus petite en même temps que les avantages de l'agrandissement apparaîtront plus grands qu'on ne l'avait calculé.

3) Représentation de l'augmentation de longueur de route par seconde au moyen de la grandissement du profil.

Les résultats des calculs apparaissent le plus clairement possible quand on expose l'augmentation de vitesse établie sur l'unité de route.

Que e représente le chemin par seconde dans un profil étroit, w le chemin par seconde dans un profil élargi et l'avantage de l'agrandissement sera

$$11.) \quad Z = \left(\frac{w}{e} - 1 \right)$$

Les valeurs $\left(\frac{w}{e} - 1 \right)$ qui sont calculées pour les deux vitesses 1,0 et 1,4 mètres et sont portées sur l'axe dans la Figure 2 de la feuille 2, représentent donc les parts d'économie à la longueur de route qui peuvent être causées par l'agrandissement du profil.

De la Figure 2 ressort le fait s'expliquant déjà lui même que les pertes de croisements exercent une influence moindre sur l'économie de temps de navigation quand la vitesse d'exploitation s'accroît, car les unités de biefs correspondant aux vitesses plus grandes deviennent plus longues. En outre l'économie avec un mouvement plus fort pourra s'élever aussi sensiblement quand interviendra la vitesse de 1,4 m., vitesse qui ne saurait en général pour des causes pratiques être de beaucoup dépassée car autrement le mouvement de l'eau pourrait facilement attaquer le fond du canal et les talus.

F. Démonstration du rendement de l'augmentation de la coupe transversale pour différentes grandeurs de trafic.

1.) Exposé des motifs de l'application d'un capital pour l'élargissement.

Pour établir le rendement il semble nécessaire de compter pour le capital employé à l'agrandissement de la coupe transversale non seulement des intérêts mais encore un amortissement. Il sera suffisant d'exiger pour les frais de construction un intérêt de 3 % et un amortissement de 1 %. De plus il est absolument indispensable d'établir les économies supposées pour différentes grandeurs de trafic, et de fixer que même pour un trafic ne pouvant être taxé plus haut que le trafic le moindre qu'il y a à attendre, l'application des règles reste économiquement justifiée.

En élargissant quand le trafic annuel reste le même, on suscite une économie aux frais d'exploitation de la navigation en proportion de la plus grande vitesse moyenne et comme conséquence aux intérêts du capital engagé dans l'exploitation seulement quand on évite provisoirement tous les autres avantages essentiels difficiles à énumérer, surtout la grande importance de voir la sûreté d'exploitation rendue plus grande par l'élargissement.

2.) Détermination des frais d'exploitation.

Pour le montant des frais d'exploitation on peut prendre comme base le rapport de SYMPHER „Frais de transport sur chemins de fer et canaux” pages 20 et 21.

On y compte:

a.) les frais d'exploitation de navigation pour le parcours du canal de Dortmund à l'Ems long de 247 Km.

Il est pris comme base un trafic annuel de 1,3 millions de tonnes à l'aller et au retour (au trajet jusqu'à Emden frêt complet et au retour $\frac{1}{5}$ de frêt) à 0,391 pfennig par tonnekilomètre net comme moyenne pour le trajet d'aller et de retour; on suppose une exploitation régulière sans les interruptions existant actuellement aux écluses (voir page 14 du rapport.)

b.) L'intérêt du capital d'exploitation à 0,077 Pfennig et plus loin totalement à 0,468 pfennig; on ne doit prendre ici qu'un total de 0,4 pfennig. SYMPHER a toujours discuté le rendement de cette somme, qui représenterait aussi à peu près une valeur moyenne suffisante et juste pour les frais. Si les frais se trouvent de beaucoup moindres, la supériorité du transport par canal vis à vis du transport par chemin de fer par rapport au bon marché se fait visible et l'élargissement du canal pour faciliter la navigation est justifié. Si les frais d'exploitation sont plus grands que ceux admis ici, les économies réellement réalisées sont proportionnellement plus grandes.

Dans les frais d'exploitation il faut prendre en considération que les dépenses pour la force d'exploitation dans un profil élargi (par exemple pour la force de vapeur) s'élèvent certainement car pour effectuer un parcours plus long dans le même temps (les conditions étant semblables) on use d'une plus grande force. Mais on peut considérer qu'une partie importante de ce surplus de force employée est compensée par la régularité plus grande de l'exploitation et par l'affaiblissement de la force de traction nécessaire sur tout le parcours du profil élargi; de même par l'emploi plus grand de force pour atteindre la vitesse complète dans un profil étroit après le croisement.

De plus d'après les données de SYMPHER les frais, pour la seule force d'exploitation par tonnekilomètre net se montent à 0,04 pfennig, et le trafic annuel est compté comme réparti tout à fait également de manière que les croisements se réduisent au minimum. Cette dernière circonstance influe sur le résultat, comme nous le prouverons plus bas, d'une façon fort sensible.

L'importance de trafic A étant connue et le chiffre de 0,04 M. K. posé pour tonnekilomètre net, on déterminera donc l'économie en frais d'exploitation pour le kilomètre de longueur de canal en multipliant par la part d'économie de route Z (équation 11) dans un profil élargi; soit

$$12) \quad E = A \cdot 0,004 \cdot Z.$$

La grandeur Z doit être prise proportionnellement à l'importance du trafic à la figure 2 du feuillet 2. $Z \cdot B$ sera pour $A = 1,3$ millions de tonnes (proportionnellement $t^1 = 60$ minutes) la part $Z = 0,11$ et puis

$$E = 1300000 \cdot 0,004 \cdot 0,11 = 572 \text{ Mark.}$$

Dans la figure de la feuille 3, les valeurs de E , d , h , c'est-à-dire les économies par kilomètre de longueur de canal, sont mentionnées; elles servent pour différentes importances de trafic au moyen d'un élargissement suffisant du profil du canal avec l'hypothèse des vitesses d'exploitation $v = 1,10$ m. et $v = 1,4$ m.

On voit de suite que lorsque le trafic s'accroît les économies s'élèvent énormément. C'est ainsi qu'avec un trafic de 1,3 millions de tonnes l'économie s'élève à 572 mark; pour 5,18 millions de tonnes 13880 mark; donc plus de 24 fois plus. Il s'ensuit que dans les canaux ayant un grand trafic, même quand les pertes de vitesse sont moindres que celles posées dans la Figure 5 de la feuille I, les économies résultant, du choix d'un profil suffisamment large, atteignent un total important.

3) *Délimitation de l'élargissement.*

Dans un canal très étroit, ne laissant que peu d'espace libre entre les navires et le rivage, on pourra en agrandissant un peu cet espace libre rendre possible une augmentation sensible de la vitesse aux endroits de croisement, et quand cet espace atteindra une certaine grandeur mettre à profit la vitesse complète; de façon qu'un plus ample élargissement ne donnerait plus d'avantages. Mais on ne peut recommander de rechercher des profils de semblable largeur que quand il est permis de compter sur un trafic d'importance peu ordinaire et sur de favorables conditions de fond. En général on devra se contenter d'un élargissement moindre, évitant les inconvénients principaux. Il n'est malheureusement pas encore possible de déterminer avec une précision suffisante la mesure de l'élargissement qui abaisserait de façon voulue les pertes de croisements. Dans le profil pris comme exemple, de 14 m. de largeur de fond, un élargissement relativement minime de 2,0 mètres réduira déjà sensiblement les inconvénients des croisements, car en conservant entre les navires un espace libre de 1,0 m. en moyenne, les espaces libres entre le navire et les talus sont doublés.

Pour le calcul du rendement d'un élargissement de 2,0 m. il faut supposer, en se basant sur les calculs approximatifs pour les canaux de dimensions analogues, que les frais de construction se montent par kilomètre à 300000 M.K. et que les frais pour chaque mètre de largeur supplémentaire à l'intérieur des limites dont nous nous occupons peuvent être estimés environ à 2 % de la dépense de construction.

Par suite, en vue de l'intérêt et de l'amortisation à 4 % de ce capital de construction supplémentaire, les économies réalisées par l'élargissement de 2,0 m. doivent se monter à

$$2 \cdot 300000 \cdot \frac{2}{100} \cdot \frac{4}{100} = 480 \text{ Mk.}$$

Selon la figure 1 de la feuille 3 cela se produit pour une vitesse de

1,0 m. avec un trafic de 1,0 millions de tonnes, pour une vitesse de 1,4 m. avec un trafic de 1,1 million de tonnes. Ce serait en vain qu'on voudrait accuser d'optimisme ce mode d'estimation car il faut considérer que la répartition égale du trafic annuel ne se présente jamais mais qu'au contraire le trafic peut s'accroître sensiblement à certaines époques comme à d'autres descendre en dessous de la moyenne quotidienne.

4) *Calcul plus exact des économies pour un trafic donné.*

Pour conclure ces observations on peut pour un exemple donné démontrer comment les fluctuations du trafic même dans une exploitation régulière influent sur la moyenne d'économies en frais d'exploitation et comment par suite elles font d'une manière décisive pénétrer pour l'élargissement des profils de canaux de proportions étroites.

Prenons pour un trafic annuel de 1,3 millions de tonnes la répartition approximative du trafic comme il est donné dans le figure 6 de la feuille I.

D'après l'équation 12 sous admission des valeurs pour Z de la figure II de la feuille 2, les économies comportent 858 M.K. par kilomètre pour une vitesse de 1,4 m.; et 1012 M.K. pour une vitesse de 1,0 M.

L'économie seule pour les 20 jours de plus grand trafic comporte déjà pour $v = 1,0$ m.,

$$\frac{20}{270} \cdot 3900000 \cdot \frac{4}{1000} \cdot \frac{40}{100} = 462 \text{ M.K.},$$

et couvre donc à peu près les frais d'un élargissement de 2,0 m. Et il n'est pas fait mention ici de l'économie résultant de la diminution de la force de traction dans un profil élargi, ni des avantages peu ordinaires de l'exploitation rendue plus facile.

Sous ce rapport il ne faut pas oublier que les croisements dans un profil étroit présentent toujours une difficulté dangereuse d'exploitation qui devient d'autant plus grande que le profil est étroit; si bien que l'abondance de ces difficultés lorsque le trafic est plus conséquent peut rendre complètement impossible l'établissement sur les canaux étroits d'une exploitation sûre, régulière et rapide.

6. *Conséquences pour les canaux ayant un grand trafic.*

1) Dans les profils étroits, avec une vitesse très minime d'environ 0,3 à 0,4 m. à la seconde, le nombre des croisements est très grand, par contre les pertes de vitesse aux croisements presque nulles. Avec une vitesse de 1,0 m. le nombre de croisements diminue mais les pertes de vitesse aux croisements s'augmentent de façon très rapide.

Quand la vitesse, qui pour d'autres motifs ne doit pas dépasser certaines limites, augmente encore, les pertes générales de vitesse deviennent lentement

plus minimales. De l'élargissement des coupes transversales de proportions étroites on peut donc attendre certainement, même avec des suppositions pessimistes et quand le trafic atteint environ 1000000 tonnes, des avantages importants comme les économies de frais d'exploitation ; et cela pour tous les genres d'exploitation et en général pour toutes les vitesses d'exploitation rapides qui entrent en considération.

2) L'avantage de l'élargissement se fait surtout apparent quand le trafic s'élève, quand il est soumis aux fluctuations inévitables et qu'il résulte de là des difficultés pour le maintien d'une exploitation régulière. Dans un profil étroit même quand le trafic ne s'élève que fort peu, la possibilité d'une exploitation régulière est rendue déjà si difficile que très rapidement il se produit à différentes écluses des rassemblements de navires pendant que d'autres écluses ne sont pas entièrement utilisées.

Et ainsi, pour éviter les arrêts de longue durée, occasionnant une perte de temps sensible pour la navigation, il faudra recourir à la construction des secondes écluses ou à l'établissement du service de nuit, plus tôt que dans un profil garantissant la régularité du mouvement des navires.

Grâce à l'élargissement aussi il sera plus possible au trafic local et au trafic des points principaux de prendre place à côté l'un de l'autre sans être gênés.

La construction de nombreux petits ports et aussi de ports privés aura évidemment comme résultat un trafic local animé qui dans un profil étroit opposerait des difficultés sérieuses à l'établissement d'une exploitation régulière pour le trafic des points centraux.

3) Certainement, dans les premiers temps d'exploitation il ne se produira dans la plus grande partie des cas que des croisements de navires chargés avec d'autres sur lège ou chargés en partie seulement, et par suite même dans un profil étroit les espaces libres entre le navire et les talus seront même un peu plus grands qu'il n'a été dit plus haut, quand on observera strictement l'ordre de navigation nécessaire dans les croisements.

Il serait pourtant mal fondé que s'autorisant de ce seul fait on laisse là l'élargissement, car avec le temps, et bien vite, le chargement des navires s'augmentera par la hausse des frêts de route et alors l'espace libre existant ne suffira plus.

Mais en supposant même que deux navires complètement chargés viennent en proportion plus rarement à se croiser, le croisement même avec ce genre de mouvement ne peut s'opérer vite et sûrement sans l'élargissement. Le plus souvent il sera aisé d'arriver à ce qu'aux croisements les navires soient à peu de distance l'un de l'autre. Par contre il est beaucoup plus difficile de diriger les navires de façon à ce que durant le croisement les distances respectives des deux navires aux talus soient à peu près égales.

Il arrivera donc facilement que les deux navires devront se déplacer de la position nécessaire au croisement vers l'axe du canal ; par une conversion même légère l'un ou l'autre navire arrivera sur les talus d'autant plus que les

talus ne peuvent être construits ou conservés sur tous les points, égaux et conformes au profil projeté mais qu'au contraire il y a une foule de petites irrégularités qui augmentent le danger d'aborder. Même quand le vent est modéré la direction sera en outre sensiblement plus difficile, justement pour les navires sur lège ou peu chargés. Par la répartition inégale du trafic qui s'augmente sensiblement à quelques jours de la période de navigation, les avantages de l'élargissement grandissent si rapidement lorsque le trafic s'accroît que le rendement même sous suppositions pessimistes n'est généralement pas douteux.

4) Même avec un trafic d'un million de tonnes il n'est en aucun cas prudent de construire par économie un profil étroit et de remettre à plus tard l'élargissement. Aussitôt que le trafic s'élève, le profil étroit se montre de suite insuffisant et un élargissement complémentaire s'impose qui maintenant ne peut plus se faire qu'à grands frais et avec des inconvénients pour l'exploitation et qu'en écartant complètement, au moins d'un côté du canal, la ligne de talus établie.

En outre dans ce cas la largeur des chemins de halage sera inégale si d'avance, lors de la construction, l'on n'a pas tenu compte de la nécessité de l'élargissement ultérieur.

Il semble aussi opportun de donner dès le commencement aux dépenses nécessitées par l'élargissement la mesure qu'elles comportent et de ne pas attendre jusqu'à ce que le trafic augmentant impose cet élargissement. En effet la dépense pour la grande largeur entre pour relativement peu dans le montant total des frais de construction, tandis que, d'après les motifs énoncés plus haut, l'élargissement après la mise en exploitation du canal rencontre ordinairement des difficultés immenses et réclame de grands sacrifices pécuniers.

Au reste il est permis de se demander si la remise de l'élargissement au moment de l'augmentation du trafic ne retarde pas elle même ou n'empêche pas cette augmentation. Ce la est fort probable dès que les prix de transport par eau ne diffèrent que de peu des prix des chemins de fer concurrents. En ce cas il sera à peine possible d'obtenir comme on le projetait lors de la construction du canal cette impulsion à l'essor du trafic, c'est-à-dire à l'augmentation absolue du trafic sans préjudice pour le trafic des chemins de fer.

5) Avec l'élargissement l'attaque des flots sur les talus, principalement dans les croisements, sera sensiblement affaiblie; d'où il résultera une économie de frais d'érection et d'entretien des consolidations des rives, ou bien on aura la possibilité d'augmenter proportionnellement la rapidité d'exploitation.

6) Finalement considérons un peu un cas exceptionnel: si d'avance on peut attendre un trafic à ce point conséquent, que la distance entre les navires dans une même direction se rapproche sensiblement de la somme des deux longueurs de croisement, la possibilité du maintien de l'exploitation régulière est alors très douteuse. On pourrait alors remédier à ceci en faisant le canal

assez large pour permettre à trois navires de naviguer commodément à côté l'un de l'autre, ou en formant le canal pour deux navires de telle façon que la distance entre les navires soit réduite dans une mesure acceptable par l'augmentation de la grandeur des bâtiments de transport.

Mais comme il n'est possible d'agrandir les bâtiments de transport que dans des limites étroites parce que les canaux doivent le plus souvent communiquer avec des fleuves navigables ayant une coupe transversale déterminée, il faudra donc d'abord prendre en considération de construire au lieu d'un canal à deux navires, deux canaux à deux navires parfaitement distincts dans la ligne de direction. Ainsi la sûreté de la navigation s'augmentera d'une façon beaucoup plus favorable qui n'eût pas été atteinte avec un canal à deux ou trois navires. Il faut admettre aussi que par suite de la mise en communication d'un plus grand nombre de régions industrielles les frais supplémentaires pour les deux canaux séparés au lieu d'un unique canal à trois navires seront compensés par une augmentation des mouvements de transport.

II. MESURE MINIMA DE LA PROFONDEUR DE L'EAU SOUS LA CARÈNE DU NAVIRE.

La distance suffisante entre la carène du navire et le fond du fleuve n'est pas pour les croisements de navires d'importance aussi réelle que la largeur du canal dans le plan de la plus grande profondeur d'immersion des navires. Avec une grande profondeur d'eau la force de traction nécessaire surtout pour l'exploitation rapide par bateaux à vapeur à hélice s'amoindrira sensiblement et par suite aussi les frais d'exploitation seront proportionnellement diminués.

Pour les convois et les navires naviguant seuls ayant les dimensions les plus grandes que permet le canal et se mouvant avec des hélices, la distance entre la carène du navire et le fond du canal devra à l'avance être calculée plus largement que pour les autres car le fond du canal est agité par l'action des hélices et l'attaque des flots contre les talus en est plus forte.

Outre que la grande profondeur d'eau donne une diminution de la force de traction, elle permet aussi de mieux diriger le navire ce qui est d'une grande importance pour les convois surtout dans les sinuosités du canal. Grâce à une profondeur suffisante l'action de l'eau derrière le navire si pernicieuse pour les croisements de convois se trouve amoindrie, si bien que les inégalités du fond ne causent plus aussi facilement la collision des convois parce qu'il reste sous le navire assez de place pour l'eau coulant transversalement et que par suite les navires au moment des croisements ne se dérobent plus aussi facilement à l'action du gouvernail.

Comme distances les plus minimales entre la carène du navire et le fond du canal on peut, faute de données scientifiques exactes, prendre pour modèles les valeurs suivantes :

Table.

Tonnage en Tonnes.	Distance la plus petite entre la carène du navire et le fond du canal, en centimètres.	
	pour l'exploitation à hélices.	pour les autres exploitations.
200	40 cm.	30 cm.
400	50 "	35 "
600	60 "	40 "
800	70 "	45 "
1000	80 "	50 "

III. RAYON MINIMUM POUR LES COURBES DES CANAUX.

La détermination du plus petit rayon de courbe dépend en première ligne du genre d'exploitation quand la vitesse est grande. Il est d'autant plus important d'éviter les fortes courbes qu'il y a plus de navires naviguant à la file.

Mais dans l'exploitation des canaux de navigation intérieure il n'y a lieu de former de grands convois que dans des circonstances spéciales.

Cela nécessite déjà avec un trafic modéré l'établissement de longues écluses de convois consommant une grande quantité d'eau, ou la séparation des trains et l'établissement à temps de 2 écluses à côté l'une de l'autre, de façon à diminuer le temps de trajet pour les navires seuls. Dans le profil de canal étroit l'économie en force de traction par suite de l'emploi des convois n'est pas si grande que sur les fleuves larges. En conservant la règle posée au Congrès de Vienne „Augmenter la largeur du fond dans les courbes de deux fois la hauteur de l'arc dont la corde représente la plus grande longueur du navire", on ne pourra descendre en dessous d'un rayon de 500 M. pour les canaux qui permettent la navigation rapide avec deux navires au plus à la file. Dans le cas où sur la ligne de direction du canal dans des parties fortement consolidées il ne serait pas possible d'éviter une forte courbe, on pourrait recommander soit de recourir à un élargissement du sol plus grand que ne l'indique la règle formulée plus haut, soit d'augmenter la coupe transversale des eaux par des talus plus escarpés et toujours consolidés et d'éviter ainsi tant que possible l'encombrement des bateaux dans les courbes.

IV. ARRANGEMENT ET DISPOSITIONS LA PLUS AVANTAGEUSE ET LA PLUS EFFICACE DU REVÊTEMENT DES RIVES ET DES TALUS.

Dans son rapport au V^{ème} Congrès de Paris, page 17, le professeur SCHLICHTING a déjà donné une courte description avec croquis des revêtements de rives existant sur le canal de Haneken près de Linger en Hannover.

Les essais décrits dans le rapport avaient pour but d'établir quelles constructions convenaient le mieux pour le canal projeté de Dortmund à l'Ems.

D'après ce qui a été dit plus haut et d'accord avec l'opinion exprimée par Messieurs les rapporteurs au Congrès de Paris, il sera difficilement possible de déterminer une consolidation recommandable pour toutes les conditions.

Aussi nous passerons ici brièvement en revue les expériences faites sur le canal de Haneken en y ajoutant quelques observations générales.

La partie choisie pour les études est depuis 4 ans délivrée de la congélation. On a essayé aussi par de nombreux voyages avec un petit vapeur d'exprimer le plus exactement l'action des flots sur les talus.

Les revêtements de rives en béton avec des morceaux de briques ou en béton de sable ont en proportion résisté le plus mal à l'action de la gelée. Ils s'écaillent plus ou moins auprès de la ligne des eaux. De même les constructions essayées en employant la chaux d'eau de BECKUMER, dont le manque absolu de résistance peut s'expliquer en grande partie comme provenant de la trop courte durée donnée à leur durcissement avant l'apparition de la gelée. Par contre les plaques en ciment scorifié ont résisté de façon irréprochable à la gelée.

Sur ces plaques on ne remarque auprès de la ligne d'eau aucune action de congélation bien que assez souvent il y ait eu des fortes gelées dans les dernières périodes d'hiver. Les plaques ont une largeur de 50 cm.; une longueur de 125 cm. et une épaisseur de 8 cm.

Elles sont formées d'une composition de ciment scorifié et de sable, dans une proportion d'une partie de ciment scorifié pour 3 parties de sable. Bien que des expériences opérées jusqu'à présent on puisse en toute probabilité conclure que cette composition artificielle des plaques est appelée réellement à résister durant de longues années aux influences de température, il est pourtant recommandable de continuer les expériences en ce sens. Selon les conditions de sol des régions traversées par le canal et selon leur richesse naturelle en bois ou en pierres, d'autres modes de construction plus opportuns et moins chers peuvent être pris en considération.

1) *Deductions de ces expériences.*

Propositions pour une consolidation pratique des rives. Les recherches faites jusqu'à présent étant prises comme base, une consolidation pratique des rives devra remplir les conditions principales suivantes:

a) Les matériaux employés doivent être avant tout résistants à la gelée et d'une consistance suffisante, et avoir une surface aussi plane que possible.

b) La protection des rives doit pouvoir suivre quelques écarts, quelques tassements, sans qu'il se présente de crevasses; c'est-à-dire qu'elle doit être composée de différentes parties réunies ensemble et avoir en même temps aussi peu de jointures que possible car celles-ci favorisent l'attaque des flots sur les matériaux de fond.

c) Les réparations doivent pouvoir être faites facilement et autant que possible indépendamment des influences de température, sans que pour ces répa-

rations on ait besoin de lever des plans consolidés et plus grands se limitant à la partie endommagée.

Les matériaux de revêtement se composant de plaques répondent à ces conditions et il ne s'agit plus que de diminuer suffisamment les prix d'installation de ces plaques avec consistance suffisante et la force de résistance contre la gelée.

Lors de la construction de la partie de canal prise comme champs d'expériences, les frais de consolidation au moyen des plaques artificiellement composées sont apparus moindres que les frais des autres modes de consolidation avec des matériaux de pierre employées également là. La construction des plaques en fabrique par grandes quantités permet d'espérer encore une diminution sensible de ces frais.

Si relativement aux constructions déjà entreprises il peut être question aussi de recouvrir les rives d'une couche de béton et d'en assurer la durabilité au moyen de pièces jointes séparées et placées à des distances délimitées, il subsistera pourtant cet inconvénient que les endroits endommagés ne pourront être séparés que difficilement et non pas (comme il le faudrait) indépendamment des influences de température; et surtout que le mode d'installation de tout le revêtement est dépendant de hasards beaucoup plus grand que lorsqu'on emploie les plaques dont on peut aisément faire l'expérience avant l'application et dont on peut espérer avec certitude un durcissement indépendant des influences de température.

Il y a aussi cet avantage que en fabrique et par masses ces plaques peuvent être préparées sans augmenter les frais en employant la pression hydraulique; et ainsi la consistance surtout contre les influences de température s'augmentera de beaucoup. La consolidation opérée au moyen de plaques offrira aussi cet autre avantage que pour le nettoyage du lit du fond ainsi qu'aux endroits où la consolidation n'est pas très fixe, un nouvel emploi commode des plaques devient possible.

Le calfatage des plaques contre le nettoyage inférieur a donné sur la partie de canal essayée un bon résultat grâce au bouchage des fissures avec de la mousse.

Il suffit que ce bouchage avec la mousse, facilitant l'extension et le déplacement des plaques, se fasse non entre toutes les plaques mais seulement à des distances plus grandes. Quand le fond a des sources il sera facile de détourner l'eau jaillissante en augmentant le nombre des jonctions. Pour empêcher que le lit inférieur ne se vide il faudra évidemment choisir à cet endroit d'une manière opportune les matériaux du lit inférieur.

Quand les conditions de terrain sont particulièrement défavorables un lit inférieur spécial en béton sec ou en Kalpisé doit être ordonné.

Il reste ensuite à examiner de quels matériaux et de quelles dimensions il faut pour le mieux composer les plaques. La question des prix décidera du premier point; par contre les dimensions seront en substance dépendantes seulement de l'inclinaison des plaques. De toute manière on peut recommander d'établir aussi peu que possible de jointures horizontales dans les parties qu'atteignent les coups des flots et qui sont exposées aux influences de tempé-

rature à proximité de la ligne d'eau. Pour éviter une largeur trop grande des plaques il faut diviser la consolidation des rives en une partie de base consolidée qui à profondeur suffisante en dessous de la ligne d'eau est soustraite dans la mesure du possible à l'action de la gelée et à la dilatation par la chaleur. Il faut aussi une autre pièce de plaques indépendante de cette base, se déplaçant et d'inclinaison pas trop unie.

2.) *Détermination des conditions pratiques d'inclinaison des plaques.*

Aux débats des Congrès antérieurs il n'a pu être pris de décision relativement à l'inclinaison la plus pratiquée de la consolidation des talus.

Cela n'est en effet pas possible car ce sont sans aucun doute les conditions locales qui dans la plupart des cas doivent décider. Les consolidations apportées aux rives de divers canaux présentent une foule de variations, non seulement par rapport à la forme de construction et aux matériaux employés mais aussi par rapport à l'inclinaison donnée à la surface du revêtement des rives. Bien que ces différences s'expliquent par la diversité du but à atteindre, il faut pourtant reconnaître qu'il subsiste encore aujourd'hui une grande incertitude concernant le meilleur mode de consolidation, et que le problème, du moins en ce qui est des canaux à exploitation rapide, reste à peu près restreint dans la phase d'expériences plus ou moins heureuses.

En général la hauteur des flots accumulés peut être diminuée par une inclinaison proportionnellement plus raide de la partie de talus consolidée; et la résistance qui doit s'opposer au mouvement de l'eau coulant latéralement en dessous de la proue du navire au moment des croisements peut être réduite à la proportion la plus minime pour des coupes transversales d'eau différemment limitées mais de même capacité au moyen de berges devenant toujours plus escarpées vers le haut.

Au contraire le flot se formant à la poupe du navire perdra plus vite sa force en coulant sur une berge plus unie et facilitera ainsi aussi peu que ce soit la marche du navire. Ceci ne sera vrai aussi que pour les longs navires sur les canaux étroits surtout pour les convois qui subissent inévitablement l'action des eaux refoulées.

Pour détourner l'eau déplacée par la carène du navire qui passe il sera d'importance minime que la partie de berges située auprès de la ligne d'eau et qui doit être consolidée ait une inclinaison plus ou moins raide.

En effet la coupe transversale générale de la partie d'eau restant entre le navire et la berge n'est qu'insensiblement influencée par la différence d'inclinaison de cette partie de talus. En outre en déplaçant quelque peu selon la nécessité la consolidation de talus vers le chemin de halage ou vers la ligne d'eau on peut facilement trouver une disposition qui ne nécessite plus un changement de coupe transversale et des conditions de détournement des eaux. De plus il faut considérer que la disposition très escarpée des talus réclame une construction plus forte et que l'influence de la gelée sur la consolidation escarpée va augmenter d'une façon défavorable. Les expériences faites avec

différentes inclinaisons des plaques ont démontré qu'une inclinaison d'environ $1 : 1,25$ à $1 : 1,5$ doit en général répondre aux besoins. Une inclinaison plus unie des plaques jusqu'à $1 : 3$ aggrandirait inutilement leur longueur, et une inclinaison plus raide que $1 : 1,25$ réclamerait le plus souvent une consolidation plus forte du lit inférieur. On ne peut donc se relire à l'opinion émise par SCHLICHTING au Congrès de Paris, qu'une consolidation escarpée des rives mérite la préférence non seulement à cause de l'économie de frais d'entretien mais surtout dans l'intérêt de la navigation.

3.) *Hauteur convenable de la partie à consolider au dessus de la berge; profondeur en dessous de la ligne d'eau.*

Les expériences aux quelles on s'est livré ont prouvé qu'avec une inclinaison des berges dans les limites de $1 : 3$ jusqu'à $1 : 1,5$ il s'ensuit un réhaussement moyen de la surface des eaux d'environ 0,30 m. au dessus de la ligne d'eau; tandis que la baisse de la surface des eaux en dessous de la ligne d'eau atteint en général une valeur un peu plus grande et d'environ 0,40 m.

Comme la vitesse effective des remorqueurs à vapeur peut être sensiblement moins grande que celle du petit vapeur employé pour les expériences, on peut supposer que les fluctuations des lames produites par le vapeur à la ligne de la nappe d'eau comme couche moyenne ne se montreront pas plus fortes que lors des expériences.

Les convois de navires suivent en outre généralement la ligne centrale de navigation et restent ainsi à une grande distance des talus de façon que la quantité d'eau déplacée par la demi coupe transversale de la carène du navire trouve une coupe transversale d'écoulement plus favorable. Au croisement de deux convois de navires la vitesse de la marche diminue et les vitesses se produisant dans la direction opposée tendent à égaliser les quantités d'eau déplacées.

Il faut choisir la profondeur de la base des talus de façon à écarter absolument tout danger résultant du choc des flots et à rendre très fixe la partie de la base servant de soutien car le déchaussement de la base entraîne des réparations coûteuses qui augmentent les frais d'entretien de façon insolite. Si l'on devait procéder ultérieurement à l'approfondissement de la consolidation il en résulterait de grands sacrifices d'argent et il serait même parfois nécessaire d'écarter les pilotis contre lesquels par raison d'économie on appuie la base de la consolidation des talus.

Au contraire un rehaussement ultérieur des talus au dessus de la ligne d'eau n'offrirait pas de difficultés d'exécution, et les frais n'en seraient pas de beaucoup plus élevés que lors de la première construction.

Malheureusement les expériences ne donneraient point de résultat probant quant à l'effet de profondeur des flots dérivant de la consolidation des rives. Il est pourtant avantageux de laisser le corps de soutien inférieur se terminer dans une inclinaison aussi unie que possible afin que le flot dérivant ne rencontre point le sol avant la consolidation mais soit détourné. Le plus simple sera de donner au corps de soutien inférieur une forme arrondie, ce qui avec

la construction en fabrique est possible sans augmentation de frais appréciable.

Comme mesure minima de la distance verticale de la base consolidée des talus à la ligne d'eau inférieure il faudrait prendre la mesure de 0,8 m. environ. La hauteur au dessus de l'eau, en égard à ce qui vient d'être dit, peut se limiter à 0,5 m. car un réhaussement ultérieur peut se faire aisément selon les besoins.

4) *Position des talus consolidés à la berge inférieure du canal.*

Les expériences faites avec bateaux à vapeur ont prouvé, d'accord avec les débats du Congrès de Paris, que les talus non fortifiés se rattachant directement à la base de la berge consolidée, ont une tendance à prendre une forme très unie, et cela environ avec l'inclinaison de 1 : 5. Par l'établissement d'une berme en dessous de la ligne d'eau le profil du canal est en quelque sorte divisé en deux. Le profil inférieur doit être de proportions amples en largeur et en profondeur contre l'influence du mouvement des flots produit par l'hélice des navires. Le profil supérieur évasé provoque alors un heureux affaiblissement du mouvement des flots dirigés contre la consolidation des rives.

5) *Mise à exécution d'autres expériences.*

Etant donné l'incertitude dans laquelle on est encore pour déterminer de combien et à quelle profondeur les flots influent par suite de la navigation sur les berges des canaux, la mise à exécution d'autres expériences sur des parcours plus longs et avec différentes conditions d'exploitation s'impose absolument. Pour pouvoir mieux rechercher l'action du mouvement des flots à différentes profondeurs il est recommandable d'établir à l'avance la base de la berge consolidée partout à au moins 1,0 m. en dessous des eaux inférieures et de changer la hauteur de la berme en dessous de l'eau.

En répandant du sable coloré sur la berge et en établissant différentes inclinaisons, l'action des flots devrait être définie encore plus exactement. Dans ces recherches approfondies le point principal sera certainement d'établir des conditions analogues à celles qui se présenteront à l'exploitation. En ce sens aussi il faudra bien exactement tenir compte de l'influence du vent grossissant le mouvement des flots.

OBSERVATIONS FINALES.

1) *Le nombre des croisements des navires et les pertes de temps résultant de ces croisements dépendent, la grandeur de trafic étant donnée, du tonnage des navires et de leur vitesse possible d'exploitation. Ils s'augmentent par un grand trafic dans un profil de canal étroit de façon que la moyenne de vitesse d'exploitation baisse très rapidement.*

2) *D'après les données mentionnées ici au chapitre I on peut considérer comme prouvé que pour les canaux principaux ayant un grand*

trafic — d'accord avec les conclusions du Congrès de Vienne — la coupe transversale directrice des eaux doit être au moins 4 fois plus grande que la plus grande coupe transversale immergée du navire. L'augmentation de la coupe transversale d'eau au quintuple environ de la coupe transversale du navire sera également économiquement avantageuse en ce qui est du capital engagé et de la diminution des frais d'exploitation et d'entretien.

3) Dans les canaux d'exploitation rapide il est indispensable d'avoir pour les croisements des navires une largeur très ample dans le plan de la profondeur d'immersion la plus grande. A Cette profondeur, pour les navires de 300 tonnes on peut recommander de prendre comme largeur minima le double de la plus grande largeur du navire + 5,0 m. — et d'augmenter cette largeur de 0,5 m. par 100 tonnes en plus de tonnage.

4) Pour réduire le nombre des obstacles de navigation les ponts sur le canal devront de préférence avoir leur ouverture sans piliers centraux. De plus la largeur du canal sous les ponts dans le plan de la plus grande profondeur d'immersion des navires sera au moins égale à la largeur du canal dans sa partie libre à la même profondeur d'eau.

5) Il est désirable que les recherches concernant la résistance de traction sur les canaux soient complétées en déterminant les pertes de vitesse aux croisements, et cela pour différentes coupes transversales de canal et diverses sortes d'exploitation.

6) La mesure minima de la profondeur d'eau sous les navires chargés doit être fixée selon le plus fort tonnage des navires et selon le genre d'exploitation. Pour les différents tonnages et genres d'exploitation on peut recourir aux chiffres donnés à la table II.

7) Il faut employer la plus grande valeur pour la diminution du nombre et de la grandeur des croisements, en procédant à la conduite des lignes des nouveaux canaux principaux à exploitation rapide. Comme limite possible des croisements on peut donner un arc minimum de 500 Mètres.

8) Pour protéger les rives du canal contre l'attaque des flots on peut recommander l'établissement d'une berme de largeur suffisante (au moins = 1,5 m.) et de profondeur convenable (pas moins de 0,8 m.) sous la ligne d'eau inférieure, ainsi que la consolidation du rivage se trouvant en dessus de la berme par des matériaux naturels ou artificiels ayant une surface aussi plane que possible et très peu de jointures.

L'angle d'inclinaison entre la ligne de talus et la ligne horizontale doit se fixer entre 30 et 40 degrés.

Inchriften der Zeichnungen. Inscription des Planches. Description of the Plates.

BLATT 1.	PLANCHE 1.	PLATE 1.
FIG. 1.	FIG. 1.	FIG. 1.
Darstellung der Geschwindigkeits- änderungen während der Fahrt des Schiffes.	Changements de vitesse pendant le trajet.	Variations in speed on the journey.
FIG. 2.	FIG. 2.	FIG. 2.
Ecluse.	Ecluse.	Dock.
Darstellung der Schiffskreuzungen in einer Haltung.	Tableau des croisements des bateaux dans un même bief.	Table showing the crossing of boats in one reach.
FIG. 3.	FIG. 3.	FIG. 3.
Canal.	Canal.	Canal.
Darstellung der Geschwindigkeits- änderungen bei einer Kreuzung.	Changements de vitesse pendant le croisement de deux bateaux.	Variations in speed during the crossing of two boats.
FIG. 4.	FIG. 4.	FIG. 4.
Canalprofil von 14 m. Sohlenbreite.	Profil d'un canal ayant 14 m. de largeur au fond.	Section of a canal 14 m. wide at the bottom.
FIG. 5.	FIG. 5.	FIG. 5.
Enges Profil.	Profil étroit.	Narrow section.
Weites Profil.	Profil large.	Wide section.
Darstellung der Geschwindigkeits- änderungen bei Kreuzungen im engen und weiten Profil.	Changements de vitesse pendant les croisements dans des profils étroits et des profils larges.	Variations in speed during cros- sings in narrow and wide sec- tions.
FIG. 6.	FIG. 6.	FIG. 6.
Vertheilung des Verkehrs.	Répartition du trafic.	Distribution of traffic.
Durchschnitt in 270 Tagen.	Trafic moyen en 270 jours.	Average traffic in 270 days.
FIG. 7.	FIG. 7.	FIG. 7.
H. W.	H. E. (hautes eaux).	H. W. (high water).
L. W.	B. E. (basses ").	L. W. (low ").
Uferbefestigung durch Platten.	Consolidation au moyen de plaques.	Consolidation of the banks by means of stone flags.
BLATT 2.	PLANCHE 2.	PLATE 2.
FIG. 1.	FIG. 1.	FIG. 1.
Darstellung der Haltungseinheiten.	Tableau des unités de bief.	Table of reach units.
Abstand der Schiffe in der Haltung in derselben Fahrtrichtung bei regelmässigem Vollbetrieb.	Distance des bateaux voyageant dans une même direction, dans un bief avec trafic régulier maximum.	Distance between boats travelling in the same direction on a reach with regular maximum traffic.

Weites Profil.	Profil large.	Wide section.
Enges Profil.	Profil étroit.	Narrow section.
Für verschiedene Geschwindigkeiten und Schleusungszeiten im engen und erweiterten Profil.	Pour différentes vitesses et durées d'éclusage dans des profils étroits et élargis.	For different speeds and length of time spent in locks in wide and narrow sections.
Dauer der Doppelschleusung.	Durée du double éclusage.	Length of time spent in double locks.
Verkehrsgrösse in Millionen Tonnen bezogen auf wachsende Schleusungszeiten.	Trafic en millions de tonnes calculé pour des durées croissantes d'éclusage.	Traffic in millions of tons calculated for the increasing length of time spent in the locks.
Maasstab.	Echelle.	Scale.

FIG. 2.

FIG. 2.

FIG. 2.

Weites Profil.	Profil large.	Wide section.
Enges Profil.	Profil étroit.	Narrow section.
Schiffsweg in der Sekunde im engen und erweiterten Profil für wachsende Schleusungszeiten.	Parcours du bateau par seconde dans des profils étroits et élargis, pour des durées croissantes d'éclusage.	Distance travelled per second by the boat in narrow and wide sections for the increasing length of time spent in the locks.
Dauer der Doppelschleusung.	Durée du double éclusage.	Length of time in double locks.
Ersparniss an Weg in der Sekunde durch Erweiterung des Profils.	Economie de parcours par seconde réalisée par l'élargissement du profil.	Saving of distance per second consequent upon the increased width of the section.
Maasstab.	Echelle.	Scale.

BLATT 3.

PLANCHE 3.

PLATE 3.

Darstellung der jährlichen Ersparnisse an den Betriebskosten der Schifffahrt für das Kilometer Kanallänge durch Erweiterung des Profils.	Tableau des économies réalisées, par an et par kilomètre, sur les frais d'exploitation de la navigation, par l'élargissement du profil.	Table showing the saving realised per annum per kilometre in the working expenses of navigation by the increased width of the section.
Jährliche Verkehrsgrösse in Tonnen.	Trafic annuel en tonnes.	Annual traffic in tons.
Reine Betriebskosten incl. Verzinsung.	Frais d'exploitation avec intérêts.	Working expenses with interest.
Ersparniss an Weg.	Economie de parcours.	Saving in distance.
Maasstab für die Ersparnisse.	Echelle des économies.	Scale showing savings realised.
Maasstab für die Tonnenzahl.	Echelle du tonnage.	Scale of tonnage.
Ersparniss für	Economie pour	Saving for

BLATT 4.

PLANCHE 4.

PLATE 4.

Zahl der Schiffe.	Nombre des bateaux.	Number of boats.
Zunahme der Zahl von Schiffen der deutschen Rheinflotte mit einer Tragfähigkeit von über 500 Tonnen, geordnet nach den Jahren der Erbauung für Gruppen mit verschiedener Tragfähigkeit.	Tableau de l'augmentation des bateaux allemands sur le Rhin, chargeant plus de 500 tonnes, classés par ordre de la date de la construction, pour des groupes de différent tonnage.	Table showing the increase of German boats on the Rhine, more than 500 tons burden, classified in order of date of building for groups of different tonnage.
Nach einem Auszuge aus dem Rheinschiffs-Register VII, Ausgabe 1890, und den 12 Nachträgen vom Jahre 1891.	D'après le „Rheinschiffs-Register“, N°. VII, édition de 1890, et les 12 suppléments de 1891.	According to the „Rheinschiffs-Register“ N°. VII, édition 1890 and the 12 supplements 1891.

Von der Zusammenstellung sind ausgeschlossen diejenigen Schiffe, deren Erbauungsjahr nicht bekannt ist, in Ganzen 22 Schiffe.

Zusammenstellung.

600 T. Tragfähigkeit i. G.	93
700 " " " "	73
800 " " " "	105
900 " " " "	46
1000 " " u. mehr " "	81
Summa . .	398

Jahr der Erbauung.

BLATT 5.

Schiffe.

Anzahl der Schiffe.

Tragfähigkeit der Schiffe.

Zusammenstellung der Anzahl und Tragfähigkeit der in dem Rheinschiffs-Register von Jahre 1890 und den 14 Nachträgen bis März 1892 aufgeführten Schiffe der Rheinflotte.

Maasstab.

Ne sont pas compris dans cette énumération les bateaux dont l'année de construction n'est pas connue, soit 22 bateaux.

Énumération.

600 tonnes	93
700 "	73
800 "	105
900 "	46
1000 " et plus	81
Total	398

Année de construction.

PLANCHE 5.

Bateaux.

Nombre des bateaux.

Tonnage des bateaux.

Énumération du nombre et du tonnage des bateaux naviguant sur le Rhin et indiqués dans le „Rheinschiffs-Register“ de 1890 et dans les 14 suppléments parus jusqu'au mars 1892.

Echelle.

The boats whose date of building is not known are not included in this list, in all some 22 boats.

List.

600 tons	93
700 "	73
800 "	105
900 "	46
1000 " and over . . .	81
Total	398

Year of building.

PLATE 5.

Boats.

Number of boats.

Tonnage of boats.

List of number and tonnage of boats navigating on the Rhine and noted in the „Rheinschiffs-Register“ of 1890 and in the 14 supplements brought out up to March 1892.

Scale.

rit.

geor

n.

nae

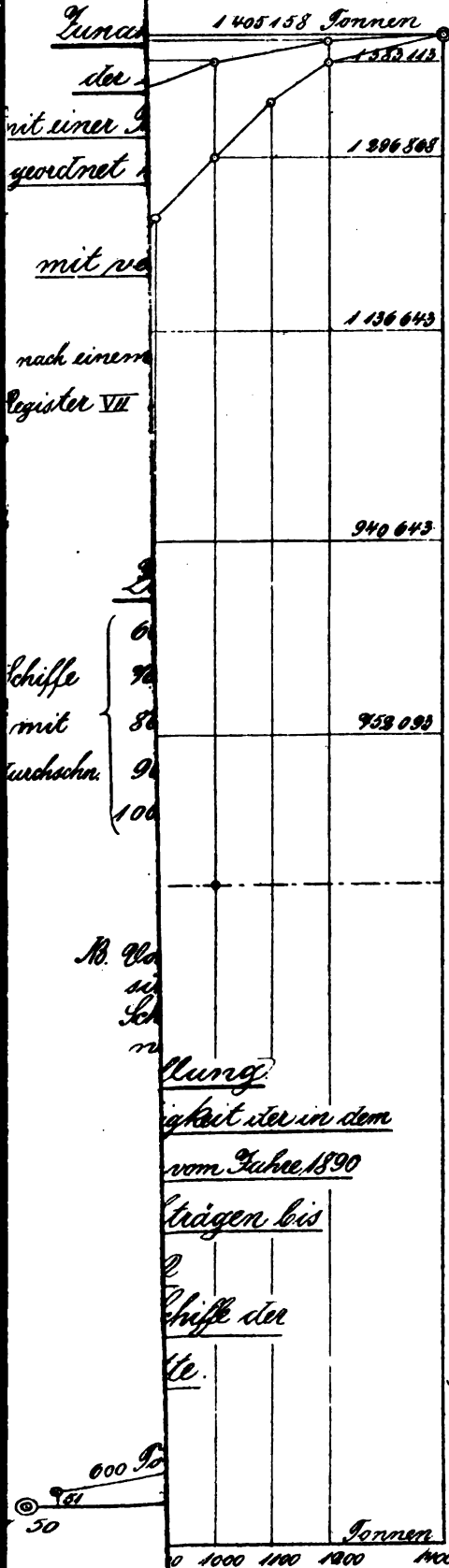
legis

chi

m

tura

Blatt 5.



Maafstaf 100 000 Tonnien = 15 mm.

VI^m CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

LA HAYE, 1894.

1^{ère} QUESTION.

2.

CONSTRUCTION

DE

**Canaux de Navigation permettant une exploitation
à grande vitesse**

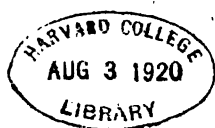
PAR

M. DEROME,

Ingenieur en Chef des Ponts et Chaussées à Compiègne.

LA HAYE,
Typ. de BELINFANTE FRÈRES, A. D. SCHINKEL Succ.,
PAVELJOENSGRACHT, 19.

1894.



DeGrand fund

Sixième Congrès international de Navigation intérieure

LA HAYE. 1894.

Construction de Canaux de Navigation permettant une exploitation à grande vitesse

PAR

M. DEROME,

Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées à Compiègne.

Nous nous proposons d'étudier dans le présent rapport les dispositions qu'il conviendrait d'adopter pour les canaux de navigation intérieure, en vue de permettre aux bateaux qui les fréquentent d'accélérer autant que possible la vitesse de leur marche.

Cette question comprend plusieurs points que nous aborderons successivement.

I. FORMES ET DIMENSIONS DE LA SECTION NORMALE DES CANAUX.

Le programme officiel pose tout d'abord le problème suivant: „Déterminer le profil courant d'un canal qui permette à un bateau d'une section immergée donnée de réaliser une vitesse voulue avec le moindre effort de traction.”

Cet énoncé donne lieu à une observation importante.

Un bateau remorqué sur une nappe d'eau indéfinie en tous sens avec une vitesse uniforme éprouve de la part de l'eau une certaine résistance.

S'il se meut sur un canal de faible section, la résistance à vaincre pour lui imprimer la même vitesse devient beaucoup plus considérable.

Cette résistance diminue progressivement lorsque la section du canal croît d'une manière continue, et tend vers une certaine limite qui correspond évidemment à la résistance qu'éprouve le bateau dans un milieu indéfini.

Le problème se réduit dès lors à déterminer, pour un bateau de section immergée et de vitesse données, un profil mouillé qui puisse être pratiquement assimilé à une nappe d'eau indéfinie.

Mais sauf certains cas exceptionnels, ce profil ne pourrait être réalisé qu'au prix de dépenses excessives, de sorte que la solution du problème n'offrirait en général qu'un intérêt purement théorique.

Il serait dès lors préférable, à notre avis, de rechercher un profil correspondant, non pas au moindre effort de traction, mais à un effort de traction déterminé.

Les deux problèmes ainsi posés ne peuvent d'ailleurs être résolus qu'au moyen „des relations qui existent entre la vitesse, l'effort de traction et „la section immergée des bateaux d'une part, la surface et la forme de „la section mouillée des canaux d'autre part”.

Le V^{me} Congrès a émis le voeu que des expériences soient faites dans les différents pays en vue de déterminer ces relations.

M. l'Ingénieur en Chef DE MAS a donné satisfaction à ce voeu, pour ce qui concerne la France, en continuant les recherches qu'il a entreprises à ce sujet dès 1890.

Ces recherches n'ont pas encore abordé nombre de points qu'il importe d'élucider; les résultats obtenus conduisent néanmoins à des conséquences fort importantes, dont nous devons rendre compte.

EXPÉRIENCES DE M. L'INGÉNIEUR EN CHEF DE MAS.

Résistance des bateaux à la traction sur une nappe d'eau indéfinie.

M. DE MAS a combiné et installé pour ses recherches des appareils très ingénieux qui donnent à chaque instant, avec toute l'exactitude désirable, la vitesse relative des bateaux par rapport à l'eau ainsi que l'effort de traction correspondant à cette vitesse.

Il a opéré d'abord sur la Seine, à l'amont du barrage de Port-à-l'Anglais, dans une section où le cours du fleuve est sensiblement rectiligne et offre une largeur de plus de 135 mètres, une profondeur moyenne de près de 4 mètres et un profil transversal mouillé d'au moins 525 mètres carrés. Les dimensions de ce profil peuvent être considérées comme indéfinies par rapport à celles des bateaux essayés, ces bateaux n'offrant pas en général plus de 5 mètres de largeur sur 1.80 m. d'enfoncement.

Les expériences ont porté sur différents bateaux, choisis parmi les types les plus usités sur les canaux français, péniches flamandes, toues de la Saône, flûtes et margotats de la Haute-Seine, bateaux prussiens, etc.

On admet généralement, d'après des recherches faites au siècle dernier, (1) que la résistance de ces bateaux, remorqués à une vitesse modérée sur une nappe d'eau indéfinie, est convenablement représentée par la formule

$$R = KBV^2$$

dans laquelle B désigne la section immergée au maître-couple, V la

(1) En France par BOSSUT, D'ALEMBERT, CONDORCET et DUBUAT, — et en Angleterre par le Colonel BEAUFOY.

vitesse et K un coefficient constant pour un bateau de forme déterminée.

Or les expériences de M. DE MAS établissent que les divers éléments dont dépend la résistance à la traction ne sont liés entre eux ni par cette relation ni par aucune autre de même forme.

Il suffit pour le démontrer de dégager des résultats de ces expériences les faits ci-après.

1°. *Pour un bateau animé d'une vitesse donnée, la résistance à la traction n'est pas proportionnelle à la section immergée B.*

Ce fait ressort des tableaux ci-après, qui s'appliquent à une flûte de la Haute-Seine essayée aux enfoncements successifs de 1.00 m., 1.30 m. et 1.60 m. (1)

(a). Dimensions de la partie immergée du bateau.

Enfoncement t.	Longueur L.	Largeur moyenne au mâitre-couple l.	Section immergée au mâitre-couple.	
			absolue $B = lt.$	relative.
1.00 m.	37.54 m.	5.02 m.	5.02 mq.	1.00
1.30 "	37.74 "	5.02 "	6.53 "	1.30
1.60 "	37.99 "	5.02 "	8.03 "	1.60

(b) Résistances du bateau à la traction.

Vitesses par seconde.	Résistances absolues à l'enfon- cement de			Résistances relatives à l'enfon- cement de		
	1.00 m.	1.30 m.	1.60 m.	1.00 m.	1.30 m.	1.60 m.
0.50 m.	39 kil.	44 kil.	54 kil.	1.00	1.13	1.38
1.00 "	129 "	143 "	162 "	1.00	1.11	1.26
1.50 "	280 "	315 "	355 "	1.00	1.13	1.27
2.00 "	502 "	579 "	664 "	1.00	1.15	1.32
2.50 "	805 "	953 "	1119 "	1.00	1.18	1.39

Il résulte de ces tableaux que, pour une même vitesse la résistance croît moins vite que la section immergée B.

2°. *Pour un bateau immergé d'une quantité donnée, la résistance à la traction n'est pas proportionnelle au carré de la vitesse.*

Ce résultat pourrait être déduit des chiffres portés au tableau (b); il

(1) Ces tableaux sont extraits des „Recherches expérimentales sur la Batellerie”, par M. DE MAS 2° fascicule, pages 40 et 41.

paraît préférable de l'établir à l'aide d'expériences faites sur des bateaux de différents types, dont les éléments sont groupés dans les tableaux suivants (1) :

(c) Dimensions de la partie immergée des bateaux.

	Longueur. L.	Largeur moyenne au maître- couple. l.	Enfonce- ment t.	Deplace- ment total D.	Section immergée au maître- couple B.
Péniche flamande. . . .	38.19 m.	5.00 m.	1.81 m.	342 T.	9.05 mq.
Toue de la Saône . . .	36.08 "	5.02 "	1.36 "	240 "	6.83 "
Flûte de la Haute-Seine .	37.44 "	5.02 "	1.47 "	260 "	7.88 "
Bateau prussien	34.10 "	4.91 "	1.30 "	203 "	6.38 "

(d) Résistances des bateaux à la traction.

Vitesse par seconde.	Péniche.	Toue.	Flûte.	Bateau prussien.
0.50	115 kil.	35 kil.	76 kil.	22 kil.
1.00	340 "	100 "	198 "	80 "
1.50	772 "	235 "	360 "	185 "
2.00	1462 "	475 "	675 "	349 "
2.50	" "	795 "	1110 "	582. "

Si l'on prend respectivement pour unité, la résistance à la traction correspondante à la vitesse de 1 mètre par seconde, le tableau qui précède se transforme comme il suit :

Vitesses par seconde.	Résistances relatives.			
	Péniche.	Toue.	Flûte.	Bateau prussien.
0.50	0.34	0.35	0.88	0.28
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	2.27	2.35	1.82	2.31
2.00	4.30	4.75	3.41	4.36
2.50	"	7.95	5.61	7.28

(1) Ces éléments sont extraits de l'ouvrage de M. DE MAS, 1^{er} fascicule page 36, et 2^e fascicule pages 66¹ et 66².

Il ressort de ce dernier tableau qu'abstraction faite de la flûte, la résistance croît plus vite que le carré des vitesses et que l'écart varie:

Pour la vitesse de 0.50 m. par seconde de 12 à 40 p. ‰.

"	"	"	"	1.50	"	"	"	1 à 4	"
"	"	"	"	2.00	"	"	"	8 à 19	"
"	"	"	"	2.50	"	"	"	16 à 27	"

3°. Pour un bateau donné, le rapport $\frac{R}{B V^2}$, que l'on désigne parfois sous le nom de coefficient de résistance à la traction, n'est pas indépendant de la vitesse.

Ce rapport varie en effet ainsi qu'il suit d'après les chiffres portés dans les tableaux (c) et (d):

Vitesses par seconde.	Valeurs du rapport $\frac{R}{B V^2}$			
	Péniche.	Toue.	Flûte.	Bateau prussien.
0.50	50.8	20.5	41.2	13.8
1.00	37.6	14.6	26.8	12.5
1.50	37.9	15.3	21.7	12.9
2.00	40.4	17.4	22.9	13.7
2.50	"	18.6	24.1	14.6

L'examen de ce tableau démontre que le rapport $\frac{R}{B V^2}$ passe par un minimum pour les vitesses de 1 mètre à 1.50 m., et qu'il est notablement plus grand pour la vitesse de 0.50 m. que pour celles de 2 mètres et au-dessus.

4°. Pour une vitesse et un enfoncement donnés, la résistance d'un bateau à la traction varie notablement avec l'état plus ou moins lisse de la surface mouillée.

Ce fait résulte d'essais effectués sur la flûte à laquelle se rapporte le tableau (a), dont on a successivement mesuré la résistance pour différentes vitesses à l'enfoncement de 1.60 m., la surface mouillée ayant été préalablement:

- a) grattée avec soin de manière à ramener le bois à l'état naturel;
- b) revêtue de toile cirée sur une hauteur de 1.26 m. au-dessous de la flottaison;
- c) entièrement recouverte de toile cirée.

Les résistances mesurées dans ces conditions sont les suivantes (1):

(1) Les chiffres portés au tableau sont extraits de l'ouvrage de M. DE MAS, 2^e fascicule pages 45 et 48.

Vitesses.	Résistance à la traction.			Différences entre les résistances (a) et (c).	
	Surface mouillée ramenée à l'état naturel.	Surface mouillée revêtue de toile cirée sur une hauteur de 1.26 m.	Surface mouillée entièrement recouverte de toile cirée.	absolues.	relatives.
	a)	b)	c)		
0.50	54	46	28	26	0.48
1.00	162	142	105	57	0.35
1.50	355	308	250	105	0.30
2.00	664	558	480	184	0.28
2.50	1119	906	812	307	0.27

Il ressort de ce tableau que la substitution d'une surface parfaitement lisse (toile cirée) à la surface quelque peu rugueuse de la coque (bois ramené à l'état naturel) suffit pour réduire la résistance à la traction dans une proportion variable de 27 à 48 p. %.

5°. Pour les bateaux de même forme et toutes choses égales d'ailleurs, la résistance à la traction est absolument indépendante de la longueur de ces bateaux.

Ce fait a été établi en mesurant la résistance à l'enfoncement de 1.60 m. de 3 flûtes qui présentaient à l'avant et à l'arrière des formes aussi identiques que possible et dont la largeur au maître-couple était uniformément de 5.02 m., mais qui offraient respectivement à la flottaison des longueurs de 37.99 m., 30.03 m. et 20.55 m.

Cette expérience a donné les résultats suivants (1):

	Résistances aux vitesses successives de				
	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50
Bateau de 37.99 m. de longueur	54 kil.	162	355	664	1119
" " 30.03 " " "	51	160	355	665	1120
" " 20.55 " " "	51	160	355	665	1120

Les chiffres correspondants à une même vitesse offrent entre eux une concordance singulière; ils établissent un fait très important, et qui paraît en contradiction avec l'influence dûment constatée de la surface mouillée des bateaux sur leur résistance à la traction.

Cette contradiction n'est évidemment qu'apparente; le fait dont il s'agit doit être considéré comme la résultante d'actions complexes dont les lois sont encore à découvrir.

(1) Ces résultats sont extraits de l'ouvrage de M. DE MAS, 2^e fascicule, page 49.

Rapproché de ceux qui précèdent, ce dernier fait ne laisse d'ailleurs aucun doute sur les difficultés considérables qui restent à vaincre pour résoudre complètement le problème de la résistance des bateaux remorqués sur une nappe d'eau indéfinie.

Résistance d'un bateau à la traction sur un canal.

M. DE MAS a abordé en second lieu l'étude de la résistance des bateaux sur un canal et a choisi comme champ d'expériences un bief du canal de Bourgogne qui offre à la fois, sur une longueur de 1600 mètres, une section rectiligne et un profil transversal sensiblement constant; la surface mouillée de ce profil varie de 29.13 mq. à 29.78 mq. et est en moyenne de 29.53 mq.

Il a essayé dans ce bief les différents types de bateaux déjà expérimentés sur la Seine, avec des vitesses croissantes de 0.25 m. en 0.25 m., mais jusqu'à 1.25 m. seulement, — et a reconnu que toutes choses égales d'ailleurs, *la résistance à la traction reste indépendante de la longueur des bateaux*, du moins dans les limites et dans les conditions où ont eu lieu les essais.

M. DE MAS a obtenu d'autre part, pour des bateaux semblables à ceux qui font l'objet des tableaux (c) et (d), les résultats indiqués ci-après (1):

e) — Dimensions de la partie immergée des bateaux.

	Longueurs à l'enfoncement de			Longueurs au maître-couple.	Déplacement total à l'enfoncement de			Rapport des sections mouillées du canal et du bateau à l'enfoncement de		
	1.00	1.30	1.60		1.00	1.30	1.60	1.00	1.30	1.60
Péniche flamande . . .	38.17 m.	38.25 m.	38.25 m.	5.03 m.	190 T.	247 T.	304 T.	5.87	4.51	3.67
Toue de la Saône . . .	37.43 "	37.68 "	37.92 "	5.02 "	184 "	241 "	297 "	5.88	4.52	3.68
Flûte de la Haute-Seine	38.14 "	38.34 "	38.39 "	5.02 "	185 "	242 "	297 "	5.88	4.52	3.68
Bateau prussien	33.70 "	34.10 "	"	4.91 "	161 "	203 "	"	6.01	4.62	"

f) — Résistances des bateaux à la traction.

Vitesses par seconde.	Enfoncement de 1.00 m.				Enfoncement de 1.30 m.				Enfoncement de 1.60 m.		
	Pé-niche.	Toue.	Flûte.	Bateau prussien.	Pé-niche.	Toue.	Flûte.	Bateau prussien.	Pé-niche.	Toue.	Flûte.
0.25	22 k.	16	16	13	33	22	23	17	43	32	33
0.50	73 "	46	50	38	114	68	76	54	172	109	117
0.75	163 "	100	112	81	256	150	173	119	415	249	271
1.00	296 "	178	203	145	469	272	320	215	860	463	506
1.25	510 "	300	350	249	807	469	561	370	1687	811	892

(1) Les chiffres portés aux tableaux (e) et (f) sont extraits du 3^e fascicule de l'ouvrage de M. DE MAS.

Ces résultats permettent de contrôler les formules adoptées pour déterminer la résistance des bateaux à la traction dans un canal.

Parmi ces formules, les plus usitées sont les suivantes :

$$R = K B V^2 \frac{1}{n+2}$$

$$\text{et } R = K B V^2 \left(\frac{n}{n-1} \right)^2$$

n désignant le rapport de la surface mouillée C du profil du canal à la section immergée du bateau $\left(n = \frac{C}{B} \right)$.

La première a été établie au siècle dernier par DUBUAT, et appliquée depuis lors par d'AUBUISSON au calcul de la résistance des bateaux sur le canal du Midi.

La seconde se déduit de la formule $R = K B V^2$ relative à un milieu indéfini, en substituant à la vitesse absolue du bateau, sa vitesse relative par rapport à l'eau déplacée dans l'hypothèse où elle passerait de l'avant à l'arrière avec une vitesse uniforme par la section rétrécie $C-B$. (1)

Or des chiffres portés aux tableaux (e) et (f), ressortent pour la traction en canal des faits analogues à ceux qui concernent le remorquage dans un milieu indéfini.

1^o. Pour un bateau animé d'une vitesse donnée, la résistance à la traction n'est proportionnelle ni à $\frac{B}{n+2}$ ni à $B \frac{n^2}{(n-1)^2}$.

2^o. Pour un bateau immergé d'une quantité donnée dans un canal de section mouillée constante, la résistance à la traction n'est pas proportionnelle au carré de la vitesse.

3^o. Pour un bateau donné, les rapports $\frac{R(n+2)}{B V^2}$ et $\frac{R(n-1)^2}{B V^2 n^2}$ ne sont ni l'un ni l'autre indépendants de la vitesse.

Les deux formules précitées ne peuvent dès lors fournir que des résultats erronés.

Les chiffres portés aux tableaux (e) et (f) infirment d'autre part une troisième formule proposée par un ingénieur américain, M. SWEET, à la suite d'expériences faites en 1878 sur le canal Erié, au moyen d'un bateau de 29.50 m. de long sur 5.37 m. de large, déplaçant en totalité 271 mètres cubes à l'enfoncement de 1.83 m. (2).

Ce bateau a été successivement remorqué, d'abord dans un bief de 2.135 m. de profondeur avec des vitesses de 0.567 m., 0.825 m., et 0.872

(1) Cette vitesse relative serait en effet $V + \frac{B V}{C-B} = V + \frac{V}{n-1} = V \frac{n}{n-1}$.

(2) Rapport de M. le Professeur SCHLICHTING au Congrès de Vienne (1886).

m. par seconde, — puis dans un bief de 2.44 m. de tirant d'eau avec des vitesses de 0.701 m. et de 0.932 m. Le rapport n était égal à 4.28 dans le premier cas et à 5.00 dans le second.

M. SWEET a trouvé que les résistances observées dans ces conditions concordaient sensiblement avec les chiffres donnés par la formule

$$R = \frac{5.41 S V^2}{n - 0.597}$$

dans laquelle S désigne la surface mouillée du bateau. (1)

Or l'application de cette formule aux bateaux qui font l'objet des tableaux (e) et (f) fournit des chiffres absolument différents de ceux obtenus par M. DE MAS, ainsi qu'il résulte notamment du tableau ci-après relatif à l'enfoncement de 1.60 m.

Vitesse par seconde.	Péniche.		Toue.		Flûte.	
	Résistances observées.	Résistances calculées.	Résistances observées.	Résistances calculées.	Résistances observées.	Résistances calculées.
0.25	43 k.	36 k.	32 k.	36 k.	33 k.	36 k.
0.50	172	146	109	145	117	144
0.75	415	328	249	327	271	323
1.00	860	583	463	582	506	575
1.25	1687	911	811	909	892	898

Cette observation montre à quelles erreurs on s'exposerait en généralisant l'emploi de formules établies à la suite d'expériences insuffisantes ou restreintes dans les limites trop étroites.

Aussi serait-il prématuré de chercher d'ores et déjà à dégager des recherches de M. DE MAS relatives aux canaux les relations qui lient la résistance des bateaux aux divers éléments qui influent sur cette résistance.

Ces recherches n'ont porté en effet jusqu'à ce jour que sur la traction des bateaux à divers enfoncements dans un canal de section déterminée; M. DE MAS s'occupe de les compléter par l'étude de la résistance d'un même bateau immergé d'une quantité donnée dans des canaux de sections différentes.

Cette étude terminée, l'ensemble des résultats obtenus depuis 1890 devra être coordonné, puis traduit en formules pratiques.

Et c'est alors seulement qu'il sera possible d'aborder utilement le double problème posé au début du présent rapport.

Dans ces conditions, nous nous bornerons à exposer succinctement les

(1) D'après M. SCHLICHTING l'écart entre les résistances calculées et les résistances observées varie de 2.5 à 7 p. %.

La surface mouillée S comprend la totalité du pourtour du bateau au-dessous de la flottaison, y compris l'avant et l'arrière.

améliorations qu'il conviendrait, à notre avis, d'apporter aux dispositions et au mode d'exploitation des canaux français existants, en vue de l'accélération des transports.

AMÉLIORATIONS À APPORTER AUX DISPOSITIONS ET AU MODE D'EXPLOITATION DES CANAUX.

Nous indiquerons successivement les améliorations que comportent :

- La voie et les ouvrages d'art;
- L'outillage des ports;
- La traction des bateaux;
- Et le matériel de la batellerie.

Amélioration de la voie et des ouvrages d'art.

Les canaux français qui dépendent des lignes de navigation principales offrent au minimum, en section courante, une largeur au plafond de 10 mètres et un tirant d'eau de 2 mètres, avec des talus généralement inclinés à 3 de base pour 2 de hauteur et un profil mouillé $C = 26$ mètres carrés; tel est notamment le profil type actuel du canal de la Marne au Rhin.

Ces canaux reçoivent des bateaux de 5 mètres de largeur et de 1.80 m. d'enfoncement, dont la section immergée $B = 9$ mètres carrés; le rapport

$n = \frac{C}{B}$ est par suite égal à 2.89.

Mais nombre de canaux, parmi lesquels celui de l'Oise à l'Aisne, présentent, avec la largeur de 10 mètres au plafond, un tirant d'eau de 2.20 m., ce qui donne $C = 29.26$ mq. et $n = 3.25$.

D'autres, comme le canal de l'Escaut, offrent au plafond une largeur de 11 mètres avec le mouillage de 2.20 m., ce qui porte C à 31.46 mq. et n à 3.50.

Quelques-uns enfin, notamment le canal de St Quentin, mesurent 12 mètres au plafond et 2.20 m. de profondeur; leur profil mouillé C atteint 33.66 mq. et le rapport n s'élève à 3.74.

Or la pratique démontre qu'à vitesse égale, le halage des péniches flamandes à l'enfoncement de 1.80 m., (1) est très fatigant pour les chevaux sur le canal de la Marne au Rhin, moins pénible sur le canal de l'Oise à l'Aisne, assez facile sur le canal de l'Escaut et relativement aisé sur le canal de St Quentin.

Les accroissements successifs de la section mouillée C et du rapport $n = \frac{C}{B}$ se traduisent dès lors, à vitesse égale, par des réductions notables dans la résistance des péniches à la traction.

(1) Les bateaux de ce type figurent pour une proportion de 80 à 90 p. % dans le relevé général des embarcations qui fréquentent les canaux de la région du Nord et de l'Est de la France.

Ces réductions ne sont pas, il est vrai, assez considérables pour exercer une influence sensible sur la vitesse des bateaux, ainsi qu'il résulte des chiffres portés au tableau (f).

Elles contribuent néanmoins fort utilement à l'accélération des transports; car les chevaux, moins fatigués, ne ralentissent pas leur marche et fournissent de plus longues journées.

Il y aurait dès lors un sérieux intérêt à appliquer sur les autres canaux le profil type du canal de St Quentin, ou tout au moins à s'en rapprocher autant qu'il serait possible de le faire sans dépenses exagérées.

Peut-être même conviendrait-il, au cas où l'on aurait à construire un nouveau canal appelé à desservir un trafic considérable, de lui donner au plafond une largeur de 15 mètres permettant à la rigueur le croisement de 3 bateaux, si cette largeur pouvait être obtenue sans trop de frais.

Avec le tirant d'eau de 2.20 m. la section mouillée *C* se trouverait ainsi portée à 40.26 mq. et le rapport n à 4.47; il en résulterait pour les bateaux un certain accroissement de vitesse, qui nous paraît pouvoir être évalué à 8 ou 10 p. $\%$ en ce qui concerne les péniches.

L'augmentation du tirant d'eau aurait également pour effet d'accroître la section mouillée ainsi que le rapport n ; mais l'expérience établit qu'à partir d'une certaine profondeur, l'accroissement ainsi obtenu ne réduit plus que dans une mesure restreinte la résistance des bateaux à la traction.

Il importe néanmoins que le tirant d'eau normal de 2.20 m. ne soit jamais diminué d'une manière notable par des dépôts de vases; et comme ces dépôts ne peuvent être enlevés à mesure qu'ils se produisent, les biefs doivent être approfondis d'une vingtaine de centimètres, afin de permettre aux attérissements de s'accumuler sans inconvénient pendant un temps plus ou moins long.

D'autre part, les canaux français offrent en maints endroits des passages rétrécis où la section mouillée est notablement inférieure à celle du profil normal.

Or la pratique démontre que ces passages retardent la marche des bateaux, occasionnent des encombrements et entravent d'une manière fâcheuse la régularité du service, surtout lorsqu'ils sont assez étroits pour interdire le croisement de deux péniches.

Il conviendrait, en vue de l'accélération des transports, de faire disparaître tous ces passages et de rétablir la section normale partout où ce résultat peut être obtenu sans dépenses exagérées, ce qui n'exclut guère que les écluses, les souterrains et les grandes tranchées.

L'emploi du fer et de l'acier permet notamment aujourd'hui de construire sans aucune difficulté des ponts fixes d'une portée suffisante pour franchir à la fois la cuvette d'un canal à deux voies de bateaux et ses banquettes de halage, — ainsi que des ponts mobiles à pile centrale dont la manoeuvre démasque simultanément deux passes navigables de 6 à 7 mètres d'ouverture.

Enfin le passage des écluses cause souvent aux bateaux, sur les canaux français, des pertes de temps considérables.

Il est possible de les atténuer dans une large mesure, à l'aide d'améliorations dont le programme peut être formulé comme il suit

a) Porter de 2.20 m. à 2.40 m. la hauteur d'eau sur les buscs, dans les écluses dont la largeur n'excède pas notablement 5.20 m., afin de faciliter l'entrée et la sortie des bateaux ; -

b) Adopter pour les portes un système de construction qui permette d'ouvrir et de fermer rapidement chaque vantail (1) ;

c) Multiplier les orifices de remplissage et de vidange du sas en les disposant de manière qu'il soit possible de les démasquer successivement et en temps utile (2) ;

d) Etablir, à l'amont et à l'aval des écluses, des garages où les bateaux puissent attendre leur tour de passage à 15 ou 20 mètres de chaque tête (3) ;

e) Ménager des banquettes de halage sous les ponts construits sur les murs de fuite de ces ouvrages.

Ces différentes améliorations donnent d'excellents résultats sur le canal de St Quentin ; elles permettent de faire passer couramment 5 à 6 bateaux par heure aux écluses de cette voie navigable (4).

Il serait évidemment fort utile de les appliquer sur les autres canaux les plus fréquentés, à l'effet d'accélérer les transports.

Amélioration de l'outillage des ports.

La plupart des ports qui desservent les canaux français sont dépourvus de tout outillage.

Aussi le chargement d'un bateau de moins de 300 tonnes y dure-t-il souvent 6 à 8 jours, tandis que cette opération n'exigerait qu'un ou deux jours au plus avec des engins convenables ; la même observation s'applique de tout point au déchargement.

Cet état de choses retarde évidemment l'expédition et la livraison des marchandises.

Il entraîne de plus l'encombrement de certains ports aux époques où la navigation est particulièrement active.

Nombre de bateaux chargés se trouvent retenus de ce chef pendant plusieurs semaines, et obligés de stationner dans des biefs où ils entravent

(1) La durée de la manœuvre d'un vantail peut être réduite à 30 ou 40 secondes sans l'emploi d'aucun procédé mécanique spécial.

(2) Le remplissage du sas d'une écluse de 5.20 m. de largeur, de 38.50 m. de longueur utile et de 2.50 m. à 3 mètres de chute, peut s'effectuer normalement en moins de 2 minutes.

(3) Ces garages sont inutiles lorsque les écluses, au lieu d'être établies sur l'axe du canal, sont disposées sur l'un des côtés de la cuvette.

(4) Le trafic annuel du canal de St Quentin s'élève en moyenne à 3 500 000 tonnes et atteint 3 800 000 tonnes sur certaines sections exceptionnellement fréquentées.

la navigation, tandis que d'autres ports manquent de bateaux vides pour des expéditions urgentes.

L'outillage des ports présente dès lors un sérieux intérêt au point de vue de l'accélération des transports. Mais c'est aux particuliers, ou tout au moins à certains établissements publics, tels que les Chambres de Commerce, qu'incombe, à notre avis, le soin de développer cet outillage.

Amélioration de la traction des bateaux.

Les bateaux sont presque exclusivement trainés par des chevaux sur les canaux de la région du Nord et de l'Est de la France.

Le halage s'exerce librement sur la plupart de ces canaux, sans autres règles que celles qui peuvent résulter de l'activité plus ou moins grande de l'offre et de la demande.

Il existe cependant des services réguliers de traction par chevaux sur différentes voies navigables, notamment sur le canal de la Sambre et le canal latéral à l'Oise. Ces services constituent des entreprises absolument privées qui traitent avec les mariniers au mieux de leurs intérêts.

D'autre part, l'Administration a organisé sur la ligne de la Belgique vers Paris, entre Condé-sur-Escaut et Chauny, un service de halage concédé par voie d'adjudication publique à des entrepreneurs qui l'exploitent aux conditions d'un cahier des charges approuvé par décret et moyennant un tarif déterminé. Ce service est obligatoire pour les bateaux chargés, à l'exception de ceux qui sont mus par la vapeur, et facultatif pour les bateaux vides.

Il contribue puissamment à assurer la régularité et la rapidité des transports, et nous paraît absolument indispensable, en l'état actuel des choses, sur les voies navigables qu'il dessert, en égard à l'importance exceptionnelle du trafic de la ligne de la Belgique vers Paris.

L'établissement d'un service plus ou moins analogue offrirait, à notre avis, de sérieux avantages sur les canaux très fréquentés où n'existe aucun service de traction organisé par l'industrie privée.

L'emploi de machines à vapeur pour la propulsion ou la traction des bateaux, n'a pris jusqu'à ce jour qu'un développement fort restreint sur les canaux de la région précitée.

On y compte une trentaine de porteurs à vapeur qui font un service plus ou moins régulier entre Paris et les principales villes du Nord et de l'Est.

Il existe en outre quatre services de touage à vapeur qui desservent certains passages spéciaux généralement à voie unique.

La marche des porteurs est essentiellement *accélérée*, mais relativement coûteuse; ces bateaux ne peuvent dès lors transporter que des marchandises d'une assez grande valeur.

Le touage par convois rend de grands services sur les points où il

est actuellement appliqué; mais il pourrait, à notre avis, être avantageusement employé sur d'autres points, sauf dans quelques biefs d'une longueur exceptionnelle.

La traction des bateaux isolés par la vapeur offrirait au contraire une importance capitale au point de vue de l'accélération des transports. De nombreux essais ont été tentés à ce sujet; mais aucun service de cette nature ne fonctionne actuellement en France.

Amélioration du matériel de la batellerie.

Les expériences de M. DE MAS ont mis en évidence un fait fort important, à savoir: l'écart notable qui existe entre les résistances à la traction qu'offrent, dans les mêmes conditions de vitesse et de section mouillée au maître-couple, les différents types de bateaux usités sur les canaux français.

Cet écart est surtout considérable lorsque les dits bateaux sont remorqués sur une nappe d'eau indéfinie.

Mais il est encore très sensible quand ces bateaux naviguent sur un canal.

Le tableau (f) donne en effet dans ce dernier cas, pour la résistance à la traction d'une péniche et d'une toue de même longueur à la flot-taison et de même largeur au maître-couple, les chiffres ci-après.

	Enfoncement de 1.30 m.		Enfoncement de 1.60 m.	
	Vitesse de 0.50.	Vitesse de 0.75.	Vitesse de 0.50.	Vitesse de 0.75.
Péniche flamande .	114 k.	256 k.	172 k.	415 k.
Toue de la Saône .	68	150	109	249
Différence	46	106	63	166
Soit . . .	40 p. %	41 p. %	36 p. %	40 p. %

Et la différence serait plus grande encore si à la toue on substituait un bateau prussien.

Cette différence tient évidemment à la forme respective de ces bateaux qui ne diffèrent cependant que par leurs extrémités.

Tous trois sont à fond plat et de forme rectangulaire sur la plus grande partie de leur longueur.

La péniche est à peine arrondie à ses deux extrémités et le fond n'en est relevé de part et d'autre que de quelques centimètres; aussi le coefficient de déplacement s'élève-t-il à 0.99. (1)

La toue est carrée à l'arrière, mais quelque peu affinée à l'avant; le

(1) Le coefficient de déplacement d'un bateau est le rapport du déplacement réel de ce bateau au volume du parallépipède rectangle circonscrit à la partie immergée.

fond y est relevé suivant un quart d'ellipse sur une longueur de 2 à 3 mètres. Le coefficient de déplacement descend par suite à 0.97.

Le bateau prussien est arrondi à ses deux extrémités, en plan suivant un demi cercle, en élévation suivant un quart de cercle; le coefficient de déplacement s'abaisse de ce chef à 0.935.

Le volume du parallélipède rectangle circonscrit à la partie immergée mesurant $38.50 \times 5.00 \times 1.80 = 346.50$ mc., le déplacement total et la jauge possible des trois types pécités sont respectivement, en nombres ronds (1):

	Déplacement total.	Jauge utile.
Péniche flamande . . .	342 mc.	292 t.
Toue de la Saône . . .	336	286
Bateau prussien . . .	328	278

Il résulte de ce qui précède que, moyennant un sacrifice sur la jauge possible de 6 tonnes pour la toue et de 14 tonnes pour le bateau prussien les mariniers peuvent obtenir une réduction notable sur la résistance de leurs bateaux à la traction, et par suite réaliser un accroissement de vitesse très sensible.

L'amélioration du matériel de la batellerie dans le sens des observations qui précèdent, exercerait par suite une influence favorable sur la rapidité des transports.

II. EXCÉDANT NÉCESSAIRE DE LA PROFONDEUR D'UN CANAL SUR LE TIRANT D'EAU DES BATEAUX.

Il est généralement admis en France que la profondeur d'un canal doit excéder d'au moins 0.20 m. le tirant d'eau des bateaux.

Et cet excédant est porté à 0.40 m. sur les canaux les plus fréquentés.

Il nous paraît utile d'examiner s'il convient d'aller plus loin dans cette voie, et d'augmenter la profondeur en même temps que la largeur de la cuvette, lorsqu'on se propose d'accroître la surface du profil mouillé d'un canal.

Bossut a fait à ce sujet, au siècle dernier, une expérience intéressante (2) à l'aide d'un prisme en bois à base carrée de 0.65 m. de côté et de 1.97 m. de longueur, immergé sur la moitié de sa hauteur. Ce prisme a été remorqué avec une vitesse uniforme de 0.84 m. par seconde dans un grand bassin, dont les dimensions pouvaient être considérées comme indéfinies, et a donné dans ces conditions une résistance de 7.83 k.

(1) Le poids mort des trois bateaux étant évalué uniformément à 50 tonnes.

(2) Bossut, Hydrodynamique.

Bossut a ensuite formé dans le bassin, à l'aide de cloisons en planches, un canal dont il a successivement modifié la largeur et la profondeur; il y a fait mouvoir le même prisme à la vitesse précitée de 0.84 m. et a mesuré dans chaque cas la résistance à la traction.

Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau ci-après, où l'on a pris pour unité la résistance observée dans un milieu indéfini.

Largeur libre de chaque côté du flotteur.	Hauteur libre sous le flotteur.	Résistances relatives.
Indéfinie.	Indéfinie.	1
Indéfinie.	0.413 m.	1.10
Indéfinie.	0.095 "	1.15
0.619	0.090 "	1.52
0.216	0.085 "	2.26
0.061	0.085 "	3.15

L'examen de ce tableau paraît démontrer qu'à partir d'une certaine limite, la hauteur libre sous le flotteur n'exerce plus qu'une influence fort restreinte sur la résistance à la traction, et que cette résistance dépend surtout de la largeur libre de chaque côté du flotteur.

La première partie de cette observation se trouve confirmée par les expériences qu'a faites M. l'Ingénieur BARBET sur 4 écluses de la Scarpe et du canal de la Sensée dont la largeur est uniformément de 5.20 m. (1)

M. BARBET a mesuré le temps que mettent les péniches de 5 mètres de largeur et de 1.80 m. d'enfoncement pour entrer par l'aval dans le sas de ces écluses sous l'action d'une force sensiblement constante et il a reconnu que ce temps varie comme il suit avec la hauteur de l'eau sur le busc.

Ecluses.	Hauteur d'eau	Durée d'entrée	Observations.
	sur le busc H.	du bateau T.	
Ecluse des Augustins	2.034	9' 36"	Les chiffres portés ci-contre sont les moyennes de nombreuses expériences.
Ecluse de Gœulzin .	2.102	5' 55"	
Ecluse d'Estrées . .	2.250	4' 20"	
Ecluse de Tressies . .	2.602	3' 36"	

(1) Annales des Ponts et Chaussées — 1885, 2^e Semestre, pages 727 et suivantes.

Il résulte de ce tableau que le temps T se réduit :

- a) de $9^{\circ}36''$ à $5^{\circ}55''$ lorsque la hauteur H croît de 2.084 m. à 2.102 m.
 b) de $5^{\circ}55''$ à $4^{\circ}20''$ de 2.102 m. à 2.250 m.
 c) de $4^{\circ}20''$ à $3^{\circ}36''$ de 2.250 m. à 2.602 m.

M. BARBET en conclut „que l'intérêt qui s'attache à porter le mouillage „des écluses sur le busc aval jusqu'à 2.25 m. ou 2.30 m. est très considérable; mais qu'un accroissement plus grand n'est que faiblement justifié „par les résultats à en obtenir.”

Cette conclusion offre évidemment un très sérieux intérêt, et l'on arriverait vraisemblablement à d'autres conséquences non moins importantes en étudiant l'influence respective de la largeur et de la profondeur d'un canal sur la résistance des bateaux à la traction.

Cette étude se rattache aux recherches entreprises par M. l'Ingénieur en Chef DE MAS, et en forme, à notre avis, le complément naturel.

III. RAYON MINIMUM À ADOPTER POUR LES COURBES DES CANAUX.

La largeur d'un canal au plafond doit être augmentée dans les courbes dont le rayon est inférieur à une certaine limite, à l'effet de permettre le croisement de deux bateaux chargés.

Et une circulaire ministérielle du 19 juin 1880 a indiqué, comme règle à adopter, la formule empirique suivante:

$$x = 10 \text{ mètres} + \frac{380 \text{ mètres}}{R}$$

dans laquelle x représente la largeur à donner au plafond et R le rayon de l'axe.

Cette formule cesse d'être applicable lorsque R descend au-dessous de 100 mètres.

La circulaire précitée ajoute d'ailleurs que „les largeurs nécessaires „augmentant rapidement à partir du rayon de 200 mètres, il semble „convenable, à moins de sujétions locales impérieuses, de ne pas descendre „au-dessous de cette limite”.

Or le canal de St Quentin offre de nombreuses courbes de 100 à 200 mètres de rayon, et l'on y rencontre même plusieurs courbes de 80 à 100 mètres.

L'élargissement de ces courbes a été effectué de manière à augmenter au minimum la largeur de la cuvette du double de la flèche de l'arc ayant pour corde la longueur maximum des bateaux.

Cet élargissement a été calculé à l'aide de la formule suivante

$$x = \sqrt{L^2 + (l + 2R)^2} - 2R$$

dans laquelle L désigne la longueur maximum des bateaux et l la largeur normale de la cuvette.

La longueur L a été prise égale à 40 mètres, et la largeur l à 12 mètres, ce qui a donné l'équation

$$x = \sqrt{1600 + (12 + 2R)^2} - 2R$$

d'où l'on a déduit deux autres formules approximatives, l'une

$$x = 12 \text{ m.} + \frac{800}{12 + 2R} \text{ applicable à partir de } R = 150 \text{ mètres et}$$

$$\text{l'autre } x = 12 \text{ m.} + \frac{400}{R} \text{ applicable à partir de } R = 300 \text{ mètres.}$$

Les valeurs de x tirées de ces formules ont enfin été augmentées

de 0.60 m. pour les rayons de 300 à 200 mètres,
de 0.90 m. pour les rayons de 200 à 150 mètres,
et de 1.20 m. pour les rayons au-dessous de 150 mètres,

afin de tenir compte de la difficulté qu'éprouvent les bateaux à manoeuvrer dans les courbes de faible rayon.

Les courbes élargies ont d'ailleurs été raccordées progressivement avec les parties droites contiguës de largeur normale sur des longueurs de 40, 60 ou 80 mètres, selon que l'élargissement était opéré symétriquement de part et d'autre de l'axe, par la rive concave ou par la rive convexe.

Ces dispositions ont donné en pratique des résultats satisfaisants à tous égards; les péniches chargées se croisent sans peine même dans les courbes de faible rayon, et elles franchissent ces courbes sans ralentir leur marche lorsqu'il ne s'y trouve pas un autre bateau.

M. l'Inspecteur Général FLAMANT a cependant démontré, dans un mémoire inséré aux annales des Ponts et Chaussées (1881 1^{er} Semestre), que l'effort nécessaire pour mouvoir un bateau avec une vitesse donnée dans une courbe de 100 mètres de rayon dépasse le double de celui que produirait la même vitesse dans un canal rectiligne; mais ses calculs ne tiennent pas compte de l'élargissement de la cuvette, qui atteint 5 mètres sur toute l'étendue des courbes dont il s'agit.

Moyennant cet élargissement, nous estimons que le rayon de 100 mètres peut être adopté au besoin, sans inconvénient sérieux, sur un canal destiné à recevoir des bateaux de 38 à 39 mètres de longueur et de 5 mètres de largeur.

IV. DÉFENSE DES BERGES DES CANAUX.

M. l'Ingénieur en Chef PESLIN a présenté au V^e Congrès un rapport détaillé sur la consolidation des berges des canaux dans la région du Nord de la France.

Nous nous bornerons à ajouter à ce rapport quelques indications relatives aux travaux de défense exécutés sur les canaux de la ligne de la Belgique vers Paris.

Les différents systèmes employés sur ces canaux comportent l'exécution de murettes ou de perrés fondés à 0.40 m. au-dessous du niveau de la flottaison et qui s'élèvent jusqu'à 0.30 m. ou 0.40 m. au-dessus de ce niveau.

Le massif de fondation, tantôt en béton, tantôt à pierres sèches, est

protégé par une ligne de piquets en chêne de 0.10 m. à 0.12 m. de diamètre et de 1.50 m. à 1.70 m. de fiche, contre la tête desquelles sont clouées, du côté de la berge, des contredosses également en chêne de 0.25 m. à 0.30 m. de largeur sur 0.03 m. à 0.04 m. d'épaisseur.

Les dispositions adoptées en élévation se rattachent à quatre types différents:

1°. Perrés à l'inclinaison de 45° formés de moellons épincés de 0.25 m. de queue moyenne, posés à sec sur une couche de 0.15 m. d'épaisseur en pierres cassées à l'anneau de 0.08 m.;

2°. Revêtement en béton maigre de 0.50 m. d'épaisseur réglé à 45° et formé de 2 couches de 0.25 m. chacune; la couche intérieure en laitier gras d'aciérie fortement arrosé et pilonné, la couche extérieure en béton maigre de laitier d'aciérie, au dosage de 150 kilogrammes de chaux hydraulique par mètre cube de laitier;

3°. Revêtement en maçonnerie de briques de 0.22 m. d'épaisseur à l'inclinaison de $\frac{1}{2}$;

4°. Murette en maçonnerie de briques de 0.34 m. d'épaisseur, avec fruit extérieur de $\frac{1}{10}$.

Ces quatre types résistent convenablement à l'action des vagues et au frottement des bateaux vides.

Leur prix de revient par mètre courant varie selon la distance de transport des matériaux, savoir:

pour le type n°. 1, employé sur le canal latéral à l'Oise et la partie sud du canal de St Quentin, de 7 à 8 francs;

pour le type n°. 2, employé sur l'Escaut et la partie nord du canal de St Quentin, de 3.50 à 4 francs;

pour le type n°. 3, employé dans les biefs supérieurs des deux versants du dit canal, de 5 à 6 francs;

pour le type n°. 4, employé dans le bief de partage de ce canal de 8 à 9 francs.

Compiègne, le 29 juin 1894.

VI^m CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

LA HAYE, 1894.

3

1^{re} QUESTION.

**La Défense des bords de canaux
dans les Pays-Bas**

PAR

H. WORTMAN,

Ingénieur de 2^e classe du Waterstaat à Assen.

LA HAYE,

Typ. de BELINFANTE FRÈRES, A. D. SCHINKEL Succ.,

PAVELJOENSGRACHT, 19.

1894.



De grand fund

Sixième Congrès international de Navigation intérieure

LA HAYE. 1894.

LA DÉFENSE DES BORDS DE CANAUX DANS LES PAYS-BAS.

RAPPORT

PAR

H. WORTMAN,

Ingenieur de 2^e classe du Waterstaat à Assen.

Dans les séances de la 1^{re} section du V^{me} Congrès de Navigation Intérieure, la pente à donner aux bords défendus des canaux, a fait l'objet de discussions scrupuleuses, qui ont amené le Congrès à exprimer le désir que des expériences seraient faites, pour déterminer l'influence de la pente des bords, sur l'effet des vagues produites par le mouvement des bateaux à vapeur, et qu'au Congrès suivant, à l'aide des résultats de ces expériences, l'étude sur le meilleur procédé et la construction la plus économique pour la défense des bords des canaux, serait continuée.

Si on voulait soumettre à des expériences l'influence de la pente sur le mouvement des flots, dont le résultat serait de pouvoir exprimer en chiffres les relations existantes entre la hauteur du flot, la pente des bords, la vitesse des bateaux à vapeur, le diamètre mouillé du canal et le maître-couple immergé des bateaux, il faudrait aménager, expressément dans ce but, toute une partie d'un canal, avec des bords de différentes pentes ou bien il faudrait établir un modèle, à échelle réduite, d'un canal semblable.

Ceci n'a pas été fait, aussi le présent rapport ne contient pas des chiffres précis, concernant les dites relations. Aussi bien ces chiffres n'auraient dans la pratique qu'une valeur relative, par la difficulté de porter en compte divers éléments, qui dépendent de circonstances locales,

telles que le matériel qui a servi au revêtement et la variation des niveaux d'eau.

Pourtant la question est peut-être susceptible d'être un peu plus élucidée, en soumettant à un examen les défenses appliquées aux bords, en rapport avec les dimensions des canaux et des bateaux à vapeur qui les fréquentent. La défense des bords ou encaissements des canaux, qui ne s'est imposée comme une nécessité générale, qui depuis l'accroissement de la navigation à vapeur sur les canaux, entamant fortement les rives, se trouve encore dans une période de développement, et les divers systèmes qu'on a appliqués sont encore à considérer comme autant *d'essais*.

C'est pourquoi qu'il est utile, de rassembler et de comparer les spécimens existants, afin que le bien excite à l'émulation et que le mauvais serve d'avertissement.

Divers systèmes, appliqués aux canaux néerlandais, seront traités dans ce rapport.

L'étude plus approfondie du sujet y gagnera en particulier, parce qu'en traitant l'affaire au Congrès précédent, où l'on a discuté les avantages et les désavantages des pentes raides des rives, les canaux néerlandais ont été cités souvent en exemple.

Les données communiquées dans ce rapport, sont, en grande partie, empruntées à celles, demandées par le Conseil de Direction de l'Institut royal d'Ingénieurs aux ingénieurs, chargés de la gestion des canaux et que ceux-ci ont fourni de la meilleure grâce.

Comme vous verrez, beaucoup de types de défenses ont été appliqués en Néerlande, qui toutefois se laissent réunir en quelques types principaux.

Il faut toutefois que quelques communications générales, sur les canaux en Néerlande, précèdent la description des systèmes appliqués.

Notices générales sur les canaux.

Les canaux néerlandais se distinguent en deux espèces. Ceux de la première espèce, qui se trouvent dans les provinces basses, sont en leur origine des canaux d'écoulement d'eau, dont plus tard la navigation a pris possession.

Ce ne sont pas des *rivières* proprement dites, parce qu'ils n'évacuent pas librement vers la mer les eaux venant de contrées plus élevées, ce sont plutôt les anciennes anses, qui sont restées dans les terres, auparavant non-endiguées, des provinces maritimes, et sur lesquels les *polders* évacuent leurs eaux superflues, au moyen de moulins et de machines à vapeur. Ces canaux nommés *boezemkanalen* (système d'un réseau de canaux sur lesquels plusieurs *polders* se déchargent de leurs eaux superflues), parmi lesquels il y en a aussi, qui ont été creusés expressément pour l'évacuation des eaux, sont, autant que possible, tenus à un niveau

déterminé par des écluses et souvent par des machines à vapeur. Ils sont très souvent gérés par les „waterschappen”, qui sont intéressés à l'écoulement des eaux.

Les canaux de cette espèce sont: dans la province de la Hollande septentrionale, l'*Amstel*, le *Zaan* et le *Spaarne*; dans la province de la Hollande méridionale, le *Gouwe*, le *Rotte*, le *Schie* et le canal nommé le *Leidsche Rijn*; dans la province d'Utrecht, le *Vecht*; dans la province de Frise, la multitude de canaux qui relie entre eux les lacs et d'autres étendues d'eau, existant encore dans cette province; dans la province de Groningue le *Damsterdiep* et le *Reidiep*. Les dimensions de ces canaux, pour autant qu'ils ont été creusés, ont été déterminées en tenant compte avec les intérêts de l'écoulement d'eau; ils ont dans la règle une largeur considérable, qui cependant diffère beaucoup à divers endroits et une profondeur peu importante. Ainsi, l'*Amstel* a une largeur de 50 à 90 mètres et une profondeur de 2,35 mètres, le *Spaarne* a une largeur de 40 jusqu'à 235 mètres et une profondeur de 2,20 à 3,70 mètres, le *Schie* une largeur qui varie de 24 à 42 mètres et une profondeur de 2,50 mètres.

Ces canaux, qui forment les voies navigables entre beaucoup de villes des plus importantes, ont, depuis des siècles, servi à la navigation et dans ce siècle s'est développée sur quelques uns de ces canaux, tels que le *Schie*, le *Zaan*, l'*Amstel* et le *Gouwe* une navigation à vapeur d'une fréquence très importante; cependant leurs bords n'en ont relativement que peu à souffrir, parceque la largeur de la nappe d'eau est très importante en raison de la profondeur et des dimensions des ouvrages d'art, entre lesquels les bâtiments doivent passer.

Une tout autre espèce de canaux sont ceux qui ont été creusés pour les besoins de la navigation et auxquels on a donc donné des dimensions, ne dépassant par celles, qui suffisent au passage des plus grands bâtiments pouvant se présenter sur le canal.

A cette espèce appartiennent en premier lieu, les canaux pour la navigation maritime, comme le *Noordhollandsch Kanaal*, creusé en 1824 pour relier Amsterdam à la Mer du Nord près du *Helder*, ensuite le *Noordzeekanaal* d'Amsterdam à Ymuiden, le *Kanaal door Voorne*, creusé en 1831 pour frayer un chemin aux navires de Rotterdam à la mer près de Hellevoetsluis, le *Kanaal door Walcheren* et le *Kanaal door Zuid-Beveland*, ces deux derniers pour relier les deux bras de l'Escaut et le *Kanaal van Terneuzen* qui relie Gand à l'Escaut.

De ces canaux il n'y a que le *Noordzeekanaal* et le *Kanaal van Terneuzen* qui sont régulièrement fréquentés par les bateaux à vapeur maritimes. Le *Noordhollandsch Kanaal* et *Kanaal door Voorne* ne sont que rarement fréquentés par ces sortes de navires, depuis que Amsterdam et Rotterdam sont reliés par de meilleures voies navigables avec la Mer du Nord. Les canaux à travers les îles de Walcheren et de Zuid-Beveland ont été creusés pour remplacer les bras de l'Escaut dans lesquels une

digue-barrage a été établie pour la construction du chemin de fer, et sont très fréquentées par les bâtiments de la navigation intérieure, mais rarement par des navires de mer.

Enfin beaucoup de canaux ont été creusés pour la navigation intérieure, dont l'*Amsterdam—Merwede Kanaal*, achevé il y a peu de temps, est le plus important; nombre de ces canaux traversent les provinces de l'est et du midi, où le sol a des pentes plus sensibles et où beaucoup d'écluses à sas sont nécessaires pour les racheter.

C'est à propos des canaux de la seconde espèce, qui n'ont que des dimensions limitées, et qui pour la plupart ont été creusés dans un sol sablonneux, que le problème de la défense des rives s'impose le plus impérativement.

La plupart des canaux, et d'abord tous ceux qui sont gérés par l'Etat, sont accessibles aux bateaux à vapeur; et l'action pernicieuse de l'aspiration exercée par ces bateaux, s'est, après quelque temps, révélée partout.

Sur quelques canaux, comme le *Dedemsvaart* en Overysse et le *Hoogeveensche Vaart* en Drenthe, la circulation des bateaux à vapeur est défendue; là la défense des bords peut s'obtenir par des moyens bien simples.

Dimensions des canaux et des bateaux à vapeur.

Pour tous les canaux gérés par l'Etat, ainsi que pour beaucoup d'autres, des règlements ont été arrêtés, qui fixent la vitesse-maximum des bateaux à vapeur et les dimensions-maximum des bâtiments admis.

La vitesse des bateaux à vapeur est ordinairement réglée d'après leur tirant d'eau, de sorte que pour les bateaux à fort tirant d'eau est admise une moindre vitesse que pour ceux, ayant un tirant d'eau moins considérable. La vitesse admise est ordinairement dépassée tant soit peu par les bateaux. Les dimensions des bâtiments sont ordinairement réglées sur le maximum des dimensions des écluses et des ponts, que ceux-là doivent passer; le maximum de la dimension n'est cependant que rarement atteint par les bâtiments. C'est pourquoi le rapport entre le diamètre mouillé du canal et le maître-couple immergé des plus grands bateaux à vapeur, qui fréquentent régulièrement le canal, est dans la règle plus favorable, qu'il serait dans le cas où le canal fût fréquenté par des bâtiments de la plus grande espèce admise.

Pour ce qui est des canaux, dont les défenses des bords sont décrites dans le présent rapport, je fais suivre ici une notice sur le dit rapport, comme il pourrait être, si le canal et les bâtiments avaient les dimensions réglementaires; et comme il est actuellement en réalité.

Dans cette notice est également reprise la vitesse que les bateaux à vapeur de la plus grande espèce admise peuvent se permettre, et la vitesse des plus grands bateaux à vapeur qui fréquentent régulièrement les canaux à présent.

Designation des canaux.	D'après les prescriptions réglementaires.			Etat réel.			Vitesse des bateaux à vapeur.	
	diamètre mouillé du canal (1). mètres carrés.	maitre couple immergé des plus grands bâtiments (2). mètres carrés.	rapport s. l. s. m.	diamètre mouillé du canal. mètres carrés.	maitre couple immergé du plus grand bateau à vapeur m. carrés.	rapport s. l. s. m.	admise pour le plus grand bateau à vapeur.	vitesse des plus grands bateaux fréquentant le canal.
Kanaal door Walcheren. . . .	288	133	1 : 2.16	288	14.82	1 : 19.4	Kilom. 7.5	par heure. 15
Kanaal door Zuid-Beveland . .	166.40	92	1 : 1.8	168.30	10	1 : 16.8	7.5	9
Kanaal van Ter Neuzen. . . .	194	61.25	1 : 3.17	225	50	1 : 4.5	8.7	8.7
Dieze	113	21.30	1 : 5.3	113	9.40	1 : 12	10.8	10.8
Meppelerdiep près de Meppel .	50	13.3	1 : 3.75	53	6.85	1 : 7.74	7.5	7.5
„ „ „ Zwartsluis.	61.50	13.3	1 : 4.62	65	6.85	1 : 9.5	„	„
Amsterdam-Merwede-Kanaal.								
Partie d'Amsterdam à Utrecht	88	26	1 : 3.38	88	19.28	1 : 4.56	7.5	6.5
Partie d'Utrecht à Vreeswijk .	84.50	26	1 : 3.25	84	19.28	1 : 4.36	„	„
„ de Vianen à Gorinchem.	86	26	1 : 3.31	86	19.28	1 : 4.45	„	„
Zuid-Willemsvaart.								
entre le Dieze et l'écluse N°. I	31.40	11.91	1 : 2.64	40	9.8	1 : 4.08	7.2(3)	7.2
entre l'écluse N°. I et l'écluse N°. II	32.66	11.91	1 : 2.75	33	9.8	1 : 3.37	„	„
dans la province de Limbourg .	29.82	11.91	1 : 2.5	31	9.8	1 : 3.16	„	„
près de Maastricht	39.8	11.91	1 : 3.34	39.80	10.45	1 : 3.8	„	4.5
Zuid-Willemsvaart après l'élargissement actuellement en exécution	45.31	11.91	1 : 3.8	45.31	9.8	1 : 4.62	7.2	7.2
Kanaal van Maastricht naar Luik (Canal de Maastricht à Liège)	29.82	11.91	1 : 2.5	30	10.45	1 : 2.87	6	4.5
Weesper Trekvaart	43	15	1 : 2.86	44	10.27	1 : 4.28	7.8	7.8
Noordhollandsch Kanaal . . .	130.90	68	1 : 1.93	150	4.85	1 : 30	7.5	14.5
Rijnsche Kanaal (4)								
partie du Schie à la Haye . .	61	16	1 : 3.82	—	—	—	9	—
partie de La Haye à Leyde . .	46.28	10.22	1 : 4.52	—	—	—	9	—
Willemsvaart (Overysse) . . .	73.24	33.6	1 : 2.18	63	9.35	1 : 6.73	6	6
Kanaal van Groningen naar Lemmer.								
partie Groningue—Stroobos . .	—	—	(5)	28	7.6	1 : 3.68	—	7.8
partie Stroobos—Gerbenallesverlaat en het Kolonelsdiep . .	36	7.6	1 : 4.7	34.50	7.6	1 : 4.54	10	10

Désignation des canaux.	D'après les prescriptions réglementaires.			Etat réel.			Vitesse des bateaux à vapeur	
	diamètre mouillé du canal (1). mètres carrés.	maître couple immergé des plus grands bâtiments (2). mètres carrés.	rapport s. l. s. m.	diamètre mouillé du canal. mètres carrés.	maître-couple immergé des plus grands bateaux à vapeur. m. carrés.	rapport s. l. s. m.	admise pour le plus grand bateau à vapeur.	vitesse de plus grands bateaux fréquentant le canal
Kanaal van Groningen naar Utrum.	—	—	(5)	14	3.42	1 : 4.1	7.8	7.8
Damsterdiep	—	—	(5)	56	4.2	1 : 13.3	—	7.2
Kanaal van Leeuwarden naar Harlingen	36	7.6	1 : 4.7	—	—	—	10	(4)
Drentsche Hoofdvaart.								
Bovenpand	27.50	6.40	1 : 4.3	27	3.60	1 : 7.5	6	6
les autres „panden”	24.40	6.40	1 : 3.81	24	3.60	1 : 6.67	7.5	7.5

(1) Le diamètre mouillé du canal mentionné dans la deuxième colonne, est emprunté à « l'Aperçu des canaux pour la navigation » publié par la Ministère du Waterstaat, du Commerce et de l'Industrie.

(2) Le maître-couple immergé des bateaux à vapeur dans la deuxième colonne est calculé sur les dimensions fixées aux Règlements pour le grand bâtiment et où pour l'arrondissement du bâtiment, l'on a diminué le total de la largeur et du tirant d'eau en raison de 19 : 20.

(3) Aux bateaux à vapeur qui, d'après les constatations, n'exercent aucune influence nuisible sur les bords, une vitesse de 10,8 kilomètres par heure peut être accordée.

(4) Le canal n'est pas encore entièrement ouvert à la navigation à vapeur.

(5) Les maxima de dimension pour les bâtiments ne sont pas fixés par les règlements. Seulement il est prescrit que des bateaux à vapeur à un tirant d'eau de plus de 1,25 mètres ne doivent pas dépasser la vitesse de 7,5 kilomètres par heure.

Il résulte de ce qui précède que dans le cas, où les canaux néerlandais sont fréquentés régulièrement par des bateaux à vapeur des plus grandes dimensions permises, le rapport du couple-maître immergé au diamètre mouillé du canal, serait en général peu favorable; ce rapport n'est que pour quelques uns des canaux mentionnés plus grand que 1 : 4; et parmi ce nombre il y en a encore, comme le Dieze et le Meppelerdiep, qui ne sont pas des canaux creusés pour la navigation, mais des rivières canalisées.

Pour les canaux maritimes, le rapport réglementaire se trouve être le moins considérable; pour les canaux les plus importants de navigation intérieure, comme l'Amsterdam—Merwedekanaal et le Zuid-Willemsvaart, il est d'environ 1 : 3.

Il en résulte cependant aussi, que les canaux néerlandais sont fréquentés en général par des bateaux à vapeur, ayant des dimensions considérable-

ment plus petites, que celles admises comme maxima. Le rapport ci-haut mentionné est donc en réalité beaucoup plus favorable et ne s'élève que pour trois canaux, le Zuid-Willemsvaart, le canal de Maastricht à Liège et le canal de Groningue à Stroobos, à moins de 1 : 4.

Le rapport est en particulier favorable, pour les canaux qui ont été établis pour les navires de mer, tels que les canaux traversant les îles de Walcheren et de Zuid-Beveland et le Noordhollandsch Kanaal, et qui, à présent, ne sont fréquentés que par la navigation intérieure. Dans ces canaux ne paraissent que rarement de grands bateaux à vapeur maritimes, qui y sont remorqués à une vitesse peu considérable. Le „Kanaal door Voorne” aussi, dont il n'est pas fait mention dans le tableau qui précède parce que la défense des rives consiste en une plantation de junc, qui répond très bien au but, se trouve dans ce cas ; le rapport $\frac{s.i}{s.m}$ s'élève

pour ce canal, d'après le règlement, à $\frac{78 \text{ mètres carrés}}{140 \text{ mètres carrés}} = 1 : 1.8$ et en réalité à $\frac{10 \text{ mètres carrés}}{160 \text{ mètres carrés}} = 1 : 16$.

Pour le Noordzeekanaal où se trouve sur la plus grande partie de la longueur, des deux côtés du chenal ou Thalweg, une berme submergée de 30 mètres de largeur, le besoin d'une défense des rives ne s'est pas encore fait sentir.

Le canal de Ter Neuzen est le seul de ceux, dont s'occupe le présent rapport, qui est régulièrement fréquenté par des bateaux à vapeur maritimes, à propre force motrice, le rapport est pour ce canal 1 : 4,5.

La vitesse des bateaux à vapeur sur les canaux en Néerlande est assez considérable et peut être évaluée en moyenne à 7 kilomètres par heure. Les vitesses-maxima, permises par les règlements, sont souvent dépassées, tandis qu'il est très difficile de constater les contraventions. Les bateaux à vapeur, dont les dimensions sont mentionnées ici, sont tous à hélice. Il n'y a que le Kanaal door Walcheren et le Willemsvaart en Overijssel, qui sont fréquentés aussi de bateaux à roues, toutefois ils ont des dimensions moindres que les plus grands bateaux à hélice passant par le canal.

Système appliqué pour la défense des bords de canaux.

Les principaux systèmes pour la défense des bords, appliqués aux canaux néerlandais, sont représentés aux dessins 1—10, joints à ce rapport. Pour chaque canal est indiqué le diamètre du canal et celui du plus grand bateau à vapeur qui le fréquente régulièrement, comme il s'en trouve à présent en réalité.

Parmi ces systèmes ne sont pas repris les divers travaux de défense en fascines et en gazon, qu'on trouve encore le long de nombre de canaux. Les travaux en fascines, qui, n'étant pas constamment immergés, doivent être souvent renouvelés et qui, en conséquence, sont fort coûteux à entre-

tenir, ont pour des canaux où la navigation à vapeur est de quelque importance, été trouvés partout insuffisants et sont remplacés, petit à petit, par des constructions plus solides. Où l'on doit faire un choix de défense des rives, destinée à rendre les canaux propres au trafic de bateaux à vapeur à grande vitesse, les travaux en fascines doivent être écartés, de sorte qu'ils restent hors du cadre de ce rapport.

Ci-dessous on trouve une description des systèmes appliqués, qui mentionne également les frais d'établissement. Les systèmes qui diffèrent considérablement dans les détails, peuvent être classés en peu de types généraux.

Ces types généraux sont :

- 1^o. la consolidation des pentes originaires ;
- 2^o. la formation de parois nouveaux, plus ou moins raides ;
- 3^o. la réunion des deux types.

Au premier type appartiennent les talus de pierre et de pierrailles ; au second type, les bordures, soit qu'elles sont formées d'une rangée de perches serrées l'une contre l'autre, soit d'une rangée de planches formant paroi, tandis que le troisième type comprend les bordures, au dessus desquelles la pente est pourvue d'un revêtement en pierre ou pierrailles ou d'un mur avec une inclination plus ou moins raide.

Numéro des dessins.	Désignation du Canal.	Espèce des terres dans lesquelles le canal a été creusé.	Description de la préservation des bords.	Frais par mètre courant.	Notices.
------------------------	-----------------------	--	--	--------------------------------	----------

Ia. TALUS CONSOLIDÉS.

Pl. 1, Fig. 1.	Kanaal door Zuid-Beveland réunissant les deux bras de l'Escaut de Hansweert à Weemeldinge.	Sable et terre tourbeuse couverts d'une couche de terre glaiseuse de 0.50 mètres d'épaisseur.	Talus en pierre, dite de Vilvorde et de Lessines, s'appuyant sur une rangée de pieux en sapin créosotés, longs de 0,80 mètres, dont 5 pièces sur l'espace d'un mètre. La rangée de pieux est appuyée par un dépôt ou couche de pierres coulées; le talus en pierre a été établi sur une couche de terre glaiseuse, couverte d'une couche de joncs et de pierrailles. Hauteur préservée 1,65 mètres, surface préservée 6 mètres carrés par mètre courant.	19 florins = 39,50 francs.	Les travaux de défense datent de 1883 et se tiennent fort bien. Le dépôt de pierres coulées a très bien satisfait.
Pl. 1, Fig. 2.	Kanaal door Walcheren reliant les deux bras de l'Escaut de Flessingue par Midelbourg à Veere.	Sable mêlé de terre glaiseuse.	Talus en pierre de Vilvorde et de Tournai, sur une couche de pierrailles. Sur la pente une couche de terre glaiseuse, qui continue jusque sur le fond du canal. Hauteur préservée 1,95 mètres. Surface préservée 6 mètres carrés par mètre courant.	fl. 14,50 = frs. 30,16 (sans le revêtement de terre glaiseuse).	Les travaux de défense datent de 1870. Par le défaut d'une rangée de pieux pour soutenir le pied du talus, la partie inférieure s'est défoncé, après que la pente fut enlevé par l'eau. Sur une certaine longueur on a placé des pieux.
Pl. 1, Fig. 3.	Kanaal van Ter Neuzen la partie néerlandaise du canal de Gand vers l'Escaut à Ter Neuzen.	Sable fin couvert d'une mince couche de terre glaiseuse.	Talus en pierre de Vilvorde sur une couche de pierrailles entre des rangées de perches. Le talus est soutenu au pied par une rangée de pieux en sapin de 1.20 mètres de longueur, dont 5 par mètre courant. Au dessus du talus en pierre une berme de joncs.	fl. 13,— = frs. 27,04.	Etabli en 1880. L'eau ayant enlevé la terre sous le talus en pierre, celui-ci s'est défoncé en beaucoup d'endroits, comme il a été représenté au dessin.

Numéro des dessins.	Désignation du Canal.	Espèce de terre dans lesquelles le canal a été creusé.	Description de la préservation des bords.	Frais par mètre courant.	Notices.
Pl. 2, Fig. 4.	Dieze de Bois le Duc à la Meuse près de Crèvecoeur.	Sable mêlé de terre glaiseuse.	<p>Hauteur défendue 2,20 mètres. Surface défendue 5 mètres carrés par mètre courant.</p> <p>Talus de pierre belge entre des rangées de perches avec fascines.</p> <p>Le talus est soutenu au pied par une rangée de pieux en sapin de 1,60 mètres de longueur, dont 5 par mètre courant.</p>	fl. 13,33 = frs. 27,72	<p>La défense a été établie en 1880-1889.</p> <p>La rangée de pieux au pied du talus, qui s'était défoncé à cause de l'enlèvement de la pente par l'eau, a été remplacée par une rangée de pieux de 2,50 mètres de longueur.</p> <p>Par les inondations de la Meuse le niveau de l'eau du canal s'élève quelques fois considérablement, de là la défense de la pente à cette grande hauteur.</p>
Pl. 2, Fig. 5.	Zuid-Willemsvaart, de Maastricht à Bois le Duc, partie entre l'écluse No. 5 et l'écluse No. 9.	Sable fin.	<p>Talus en pavés de granit, entre trois rangées de per- ches avec fascines. Le pied du talus est soutenu par une rangée de pieux en sapin de 1,80 mètres de longueur, dont 5 par mètre courant.</p> <p>Hauteur défendue 1 mètre surface défendue 2,85 mètres carrés par mètre courant.</p>	fl. 3,50 = frs. 7,28	<p>Cette défense a été construite en 1885 et est à présent presque en ruine.</p> <p>Les pieux se trouvent à trop grande distance entre-eux, cause de l'enlèvement par les eaux du sable qui se trouvait derrière et le talus s'est défoncé. Les pieux sont aussi trop courts et penchent par le poids de la pierre.</p>

Numéro des dessins.	Désignation du Canal.	Espèce de terres dans lesquelles le canal a été creusé.	Description de la préservation des bords.	Frais par mètre courant.	Notice.
Pl. 2, Fig. 6.	Meppelerdiep de Meppel à Zwartaluis, partie près de Meppel.	Sable.	Talus en gros morceaux de décombres sur une couche de terre glaiseuse. Le pied du talus est soutenu par une rangée de pieux en sapin de 1,60 mètres de longueur dont 2 par mètre et un madrier qui est cloué sur les pieux. Hauteur défendue 1,40 mètres. Surface défendue 3,77 mètres carrés par mètre courant.	fl. 5,70 = frs. 11,85	La défense est construite en 1892 et tient bon. Par la grande largeur du canal il existe peu de danger d'enlèvement par les eaux de la pente en dessous du pied du talus.

Ib. TALUS CONSOLIDÉ A PIED FERMÉ.

Pl. 3, Fig. 7.	Amsterdam-Merwede-Kanaal, d'Amsterdam au Merwede près de Gorinchem par Utrecht, partie entre Amsterdam et Nigtevecht.	Terre très molle et tourbeuse, (qui a été entassée lors de la construction du canal).	Couche de pierrailles entre 11 rangées de perches, soutenue au pied par une rangée serrée de pieux en sapin de 1,60 mètres de longueur. Hauteur défendue 1,75 mètres, surface défendue 3,90 mètres carrés par mètre courant.	fl. 6,50 = fl. 13,52	La défense a été construite en 1890 et tient bon. De temps en temps la couche de pierrailles doit être complétée. Dans beaucoup d'endroits la terre molle des digues du canal s'est défoncé, ce à quoi le talus a suivi la nouvelle pente, sans être détruit, comme il a été représenté au dessin. Pour les perches des rangées supérieures on a pris des saules verts, qui se sont mis à pousser.
Pl. 3, Fig. 8.	Amsterdam-Merwede-Kanaal. Partie entre Utrecht et Vreeswijk.	Sable, couvert d'une couche de terre glaiseuse.	Couche de pierrailles entre 4 rangées de perches, soutenue au pied par une rangée serrée de pieux de 1,60 mètres de longueur. Au dessus de la couche de pierrailles un talus de briques. Sous la défense on a	fl. 5,70 = frs. 11,85	La défense a été construite en 1887 et tient bon jusqu'à présent. De temps en temps la courbe de pierrailles doit être complétée.

Numéro des dessins.	Désignation du Canal.	Espèce de terres dans lesquelles le canal a été creusé.	Description de la préservation des bords.	Frais par mètre courant.	Notice.
Pl. 3, Fig. 9.	Zuid-Willemsvaart, partie entre Maas- tricht et la frontière belge. (Le long du canal de Maastricht à Liège une défense semblable a été con- struite.)	Gravier, mêlé de terre glaiseuse.	<p>apporté sur la pente une couche de terre glaiseuse. Hauteur de la défense 1,50 mètres. Surface défen- due 3,35 mètres carrées par mètre courant.</p> <p>Talus de pierre sur une couche de gravier, soutenu au pied par une rangée de pieux en sapin de 2 mètres de longueur avec 1,50 mètres d'intervalle, au dessus de laquelle une moise et derrière laquelle une rangée de planches placées horizontalement. Hauteur défendue 0,80 mètres. Surface défendue 1,44 mètres par mètre courant.</p>	fl. 7,70 = frs. 16,—	<p>La défense a été co- struite en 1882 tient bon, seulement gravier s'échappe quelques endroits par le mouvement de l'eau entre les pieux et doit être complétée.</p> <p>Les planches hor- izontales ont été appou- sées, parceque le sol était trop dur pour établir des planches barrage; cependant le sol le permet, on mis des planches barrage d'une longueur de 0,75 mètres.</p>
Pl. 4, Fig. 10.	Zuid-Willemsvaart. dans la province de Brabant septentri- onal, entre les écluses N ^o . 4 et 5.	Sable.	<p>Talus de pierre en granit (pavés) sur une couche de pierrailles et une couche de terre glaiseuse, formant une berme d'une largeur de 1 mètre, qui est immergée au niveau ordinaire. Le pied du talus est soutenu par une rangée serrée de pieux en sapin d'une longueur de 2 mètres, dont les interstices sont couverts de piquets d'une longueur de 1,20 m. Hauteur défendue 0,50 m. Surface défendue 2 mètres carrés par mètre courant.</p>	fl. 4,83 = frs. 10,05	<p>La défense a été con- struite en 1888 et tient bon. Seulement les pieux doivent être remis en place et la couche de pierrailles complétée ce qui démontre qu'un peu de sable se perd encore entre ou sous les pieux.</p> <p>Lors des travaux exécutés ultérieurement du même type, on a fait usage de pieux d'une longueur de 2 mètres.</p>

Numéro des dessins.	Désignation du Canal.	Espèce de terre dans lesquelles le canal a été creusé.	Description de la préservation des bords.	Frais par mètre courant.	Notice.
Pl. 4 Fig. 11.	Zuid-Willemsvaart , dans le province de Brabant septentrio- nal, entre l'écluse N ^o 9 et la limite de la province de Lim- bourg.	Sable.	Couche de pierrailles sur une couche plate de mor- ceaux de pierre, formant une berme d'une largeur d'un mètre, qui est immergée au niveau ordinaire. Le pied du talus est sou- tenu par une rangée serrée de pieux en sapin d'une lon- gueur de 2 mètres, dont les interstices sont couverts de piquets d'une longueur de 1,20 mètres. Au bout de la berme une rangée de piquets à fascinage. En divers endroits on a apporté sous la couche de pierrailles, une couche de terre glaiseuse. Hauteur défendue 0,70 mètres. Surface défendue 2 mètres carrés par mètre courant.	de fl. 2,60 à fl. 2,90 = frs. 5,16 à frs. 6,03	La défense a été con- struite en 1889 et se tient passablement bien; seulement la berme doit de temps en temps être remplie de pierrailles. Les pieux sont estimés trop courts. En divers endroits la berme d'une largeur de 1 mètre a été pourvue d'une plantation de joncs, au lieu de pier- railles. Toutefois le jonc ne pousse pas.
Pl. 4, Fig. 12.	Zuid-Willemsvaart , dans le province de Brabant, défense le long des parties du canal élargies entre les écluses N ^o 1 et 6.	Sable.	Talus de pierre en granit (pavés) sur une couche de gravier et deux couches plates morceaux de décom- bres, avec une berme im- mergée comme aux Fig. 11 et 12. Le pied du talus est soutenu par une rangée serrée de pieux en sapin d'une longueur de 3 mètres.	fl. 4,78 = frs. 9,94	La défense à été con- struite en 1892 et 1893 et tient bon; on a fait usage de pieux plus longs parce que ceux des autres types étaient trop courts.
Pl. 4, Fig. 13.	Amsterdam-Merwede- kanaal , partie entre Utrecht et Vreeswijk.	Sable cou- vert d'une couche de terre glaiseuse.	Couche de pierrailles entre deux rangées de piquets, formant une berme plate de 0,50 mètres, au dessus un pavage de briques. Le pied de la couche de	fl. 4,50 = frs. 9,36	La défense a été con- struite dans les années 1885—1890. L'eau ayant fait dis- paraître la pente sous la rangée de pieux, il

Numéro des dessins.	Désignation du Canal.	Espèce de terre dans lesquelles le canal a été creusé.	Description de la préservation des bords.	Frais par mètre courant.	Notice.
			pierrailles est soutenu par une rangée serrée de pieux en sapin d'une longueur de 1,60 mètres. Hauteur défendue 1 mètre.		y a danger que celle- va en s'inclinant tombe enfin dans canal. A l'endroit cette disparation éta le plus considérable, a mis une seconde gée de pieux d'un longueur de 2,50 m tres devant la pre mière.

II.

a. Rangées serrées de pieux.

Pl. 4, Fig 14.	Zuid Willemsvaart, dans la province de Limbourg.	Sable vari- ant avec terre tour- beuse.	Rangée serrée de pieux en sapin d'une longueur de 1,80 mètres, derrière la- quelle un remblai de gravier entre deux „tuinen” (rete- nues en fascinage). Plus tard on a soutenu les pieux par une seconde rangée de pieux d'une lon- gueur de 4 mètres, distan- cés de 1,50 mètres, reliés par une moise. Le rem- blai de gravier a été alors remplacé par un remblai de terre tourbeuse, couverte d'une mince couche de gravier. Devant les pieux on a apporté un dépôt de gravier.	fl. 2,50 = frs. 5,20 avec la se- conderangée de pieux fl. 6,— = frs. 12,48	La défense a été con- struite dans les années 1881—1889. Après que l'on a con- staté que l'eau fai- disparaître le bon devant la rangée de pieux, et que celle- menace de tomber dans le canal, on a, depuis 1891, ajouté une se- conde rangée de pieux
Pl. 5, Fig. 15.	Binnen-Aa, dans la province de Gro- ningue, de Nieuwe Schans au Dollard.	Terre glai- seuse.	Rangée serrée de pieux en sapin d'une longueur de 2,25 ou 3 mètres, sous une pente de 1 : 6, rattachés au moyen d'un linteau, fait de pieux, coupés en	fl. 5,— = frs. 10,40	La défense a été établie dans les années 1884— 1891, sans les tourbes. Lorsqu'on constatait que la terre disparaissait par les interstices

Numéro des dessins.	Désignation du Canal.	Espèce de terres dans lesquelles le canal a été creusé.	Description de la préservation des bords.	Frais par mètre courant.	Notice.
Pl. 5 Fig. 16.	Kanaal van Groningen naar Lemmer. Partie de Groningue à Stroobos, nommé „het Hoendiep”. Le même système est également appliqué au Canal de Groningue à Ulrum, près de Zoutkamp.	terre glaiseuse et sable, en quelques endroits mêlé de terre tourbeuse.	deux moitiés. Derrière les pieux un entassement de tourbes, au dessus duquel on a appliqué des gazons, qui forment une berme plate de 0,50 mètres. Rangée serrée de pieux en sapin d'une longueur de 2,50 et 3 mètres, sous une pente de 1 : 4, rattachés par un linteau. Derrière les pieux une couche de pierrailles, d'environ 0,25 mètres aux moins, jusqu'à la profondeur où l'eau a fait disparaître la pente, devant les pieux.	fl. 7,80 = frs. 16,22	des pieux, on a appliqué les tourbes. Sur ce canal il ne passe pas de bateaux à vapeur. La défense a été établie depuis 1882 et tient bon. Si l'eau fait disparaître davantage la terre devant les pieux, la couche de pierre s'enfonce aussi et doit-elle être complétée par en haut. A quelques endroits où la pente a disparu à une grande profondeur, les pieux commencent à pencher en avant, et on est obligé à les renforcer à l'aide d'étais, distancés de 3 mètres ou bien on applique des tirants.
Pl. 5, Fig. 17.	Kanaal van Groningen naar Lemmer. Partie de Stroobos à Gerbenallesverlaat, dans la Province de Frise.	Sable mêlé d'un peu de terre glaiseuse.	Rangée de pieux en sapin serrés d'une longueur de 3 mètres, rattachées par un linteau et soutenues par des étais d'une longueur de 4 mètres. Tous les bois sont créosotés. Derrière les pieux des pierrailles.	fl. 14,— = frs. 29,12	La défense a été construite en 1889 et se tient très bien. Les étais sont de temps en temps avariés par abordage.
Pl. 5, Fig. 18.	Weesper Trekvaart, entre l'Amstel près d'Amsterdam et Diemerbrug, faisant partie de l'ancienne	Terre tourbeuse mêlée de terre glaiseuse, avec de l'osier et	Rangée serrée de pieux en sapin, d'une longueur de 1,60 mètres, derrière laquelle des pierrailles couvertes de pierres.	fl. 2,90 = frs. 6,03	La défense a été établie en 1876 et se tient mal. L'eau ayant fait disparaître la pente de

Numéro des dessins.	Désignation du canal.	Espèce de terre dans lesquelles le canal a été creusé.	Description de la préservation des bords.	Frais par mètre courant.	Notices.
	voie navigable d'Am- dam au Rhin.	pierrailles, provenant des anciens travaux de défense.			vant les pieux, ceux ont fléchi et penché en avant.

b. *Revêtement avec planches à barrage.*

Pl. 6, Fig. 19.	Zuld-Willemsvaart , partie entre le Dieze à Bois le Duc et l'écluse N°. 1.	Sable fin.	Pieux d'une longueur de 4.50 mètres, distancés de 1.50 mètres : sur les pieux une moise, derrière laquelle une rangée de planches à barrage, prenant l'une dans l'autre, longues de 3 mètres. Les pieux et les planches sont établis sous une pente de 1 : 10.	fl. 23.— = frs. 47,84	La défense a été co- struite en 1860—18 et a tenu bon. A qu- ques endroits, l'eau enlevé la terre, de sorte que les pieux ont perdu leur soutien le revêtement a fléchi en avant.
Pl. 6, Fig. 20.	Kanaal van Dokkum naar Gerbenalles- verlaat ; province de Frise.	Sable avec un peu de terre glai- seuse.	Rangée de planches à bar- rage non-fermées d'une longueur de 1.60 mètres, rattachées par un linteau, qui est soutenu par des étais d'une longueur de 2,50 mètres placés à une distance de 2 mètres. Le tout est en sapin créosoté.	fl. 7.— = frs. 14.56	La défense a été éle- vée depuis 1889 et tient bon. Avant 1889 les bords n'étaient pas créosotés et les frais s'élevaient à fl. 4 = frs. 8.32 par mètre courant.
Pl. 6, Fig. 21.	Willemsvaart , dans la province d'Over- yssel, de Zwolle à l'Yssel près du Ka- terveer.	Sable, cou- vert d'une couche de terre tour- beuse, d'une épaisseur de 0.25 à 1 mètre et une couche de terre glai- seuse d'une épaisseur de 0.50 mètre.	Pieux en chêne, d'une lon- gueur de 2.50 à 3 mètres, distancés de 1.20 mètres sous une pente de 1 : 10. Derrière les pieux une planche en chêne, contre laquelle une rangée non- fermée de planches à bar- rage en sapin, d'une lon- gueur de 2 mètres.	fl. 12.30 = frs. 25.58	La défense a été faite dans les années 1874- 1877 et s'est mal tenue. Les pieux et les plan- ches à barrage étaient trop courts et la terre s'en allait par les inter- stices des planches. A de certains endroits on a taché d'y remé- dier, en plaçant der- rière les planches à barrage, des cloisons en bois, d'une hauteur de 1,20 mètres.

Numéro des dessins.	Désignation du Canal.	Espèce de terres dans lesquelles le canal a été creusé.	Description de la préservation des bords.	Frais par mètre courant.	Notice.
Pl. 6, Fig. 22.	Willemsvaart.	Comme fig. 21.	Pieux en sapin d'une longueur de 4,50 mètres, distancés de 1,20 mètres, sous une pente de 1:10. Derrière les pieux un linteau en sapin contre lequel se trouve une rangée de planches à barrage, prenant l'une dans l'autre, longues de 3 mètres. Au dessus des pieux et contre le devant sont appliqué des planches pour prévenir les abordages.	fl. 17,75 = frs. 36,92. Sans les planches contre et sur les pieux, les frais sont de: fl. 13,25 = frs. 27,56 par mètre courant.	La défense a été établie dans les années 1890—1893 et tient bon. La pente au dessus du revêtement, faite de gazon, sous une pente de $1\frac{1}{2}$:1, ne résiste pas à la force des flots, et est pourvue en quelques endroits d'un talus en briques.
Pl. 6, Fig. 23.	Meppelerdiep de Mep- pel à Zwartsluis.	Sable, convert d'une couche de terre tourbeuse d'une épaisseur de 1,50 mètres.	Pieux en sapin d'une longueur de 2,60 mètres ou 3 mètres, distancés d'un mètre, sous une pente de $\frac{1}{2}$:1. Derrière les pieux un cloisonnage de planches se croisant horizontalement et verticalement, s'étendant avec leurs bouts inférieurs de 1,20 à 1,40 mètres au dessous du niveau. Sur le devant des pieux un linteau est apporté, tous les bois sont en sapin et créosoté, à l'exception de la moitié inférieure du cloisonnage. Derrière le revêtement une berme de jonc, de 0,50 mètres de largeur.	fl. 9,50 = frs. 19,76	La défense a été faite depuis 1886 et tient bon. La pente seule est endommagée de temps en temps, lors des niveaux élevés, qui sont fréquents.
Pl. 7, Fig. 24.	Noordhollandsch Kanaal. D'Amsterdam au Hel- der, partie de Zype au Nieuwediep.	Sable, à quelques endroits un peu glaiseuse.	Pieux carrés en sapin (dits „Kofers”) d'une longueur de 3,75 mètres, distancés de 0,75 mètres, sous une pente de 1:20.	fl. 7.— = frs. 14,56	La défense a été construite depuis 1887 et tient bon. Avant cette année, la même construction était appli-

Numéro des dessins.	Désignation du canal.	Espèce de terres dans lesquelles le canal a été creusé.	Description de la préservation des bords.	Frais par mètre courant.	Notice.
Pl. 7. Fig. 25.	Noordhollandsch Kanaal. Partie entre les Willemsluizen près d'Amsterdam et Schouw.	Terre tourbeuse couverte d'une couche de terre glaiseuse d'un mètre d'épaisseur.	<p>Derrière les pieux un linteau, contre lequel une rangée de planches à barrages d'une longueur de 2,95 mètres, les interstices des planches à barrage sont couverts en planches (tengels = tringles).</p> <p>Derrière le revêtement une berme, couverte par-ci et par-là en jones.</p> <p>Pieux carrés en sapin (dits „Juffers”) d'une longueur de 5 mètres, distancés de 0.80 mètres, sous une pente de 1 : 20. Derrière les pieux une planche, contre laquelle une rangée de planches à barrage, d'une longueur de 3.50 ou 4.50 mètres, les interstices couverts de tringles. Devant les pieux un linteau. Le revêtement est affermi à des distances de 2.40 mètres par des tirants en fer de 3 mètres de longueur sur des pieux de 3 mètres de longueur. Derrière le revêtement se trouve une berme plantée de jones.</p>	fl. 15,80 = frs. 32,86.	<p>quée, mais les pieux étaient distancés de 2 mètres et les planches à barrage avaient une longueur de 2 mètres. Ces revêtements faits en 1870-1875 penchaient maintenant en avant dans beaucoup d'endroits, par la pression des terres, parce que la pente a été coulée.</p> <p>La défense a été construite en 1861 et renouvelée en 1888.</p> <p>Il a été constaté à propos de ce type qu dès que l'approfondissement de la pente devant le revêtement augmente, on est obligé d'y appliquer des tirants et des pieux à tirants plus longs.</p>

III. TYPES DIVERS.

a. Revêtements à pentes consolidées.

Pl. 7, Fig. 26.	Noordhollandsch Kanaal. Partie entre les Willemsluizen près d'Amsterdam et Schouw.	Terre tourbeuse, couverte d'une couche de terre glaiseuse.	Pieux carrés en sapin (Kolters) de 3,75 mètres de longueur, distancés de 0,75 mètres sous une pente de 1 : 20. Derrière les pieux	fl. 10,50 = frs. 21,84	La défense a été établie en 1880 et s'est maintenue. Les bois, qui ont été apportés à plus de 0,15 mètres au dessus
--------------------	--	--	---	------------------------------	---

=

=

é
nt
n-
on
ne
nt
vé
lit
ar

lie

Fig. 27.	naal. Partie entre Schouw et Westgraftdijk.	lequel une couche de terre tour- beuse et de terre glai- seuse de 4 mètres d'épaisseur.	(Kolters) d'une longueur de 3,75 mètres, distancés de 0,70 mètres, sous une pente de 1 : 20. Derrière les pieux une planche, contre laquelle une rangée de planches à barrage de 2,50 mètres de long, les interstices couverts de tringles. Derrière le revêtement une couche de pierrailles, sur laquelle un talud en granit, formant une berme de 1,50 mètres de largeur.	= fra. 23,57	en 1879 et s'est tenue assez bien.
Pl. 8, Fig. 28.	Kanaal v. Ter Nouzen.	Sable fin couvert d'une mince couche de terre glai- seuse.	Rangée de planches à bar- rage en sapin prenant l'une dans l'autre, de 2,75 mètres de longueur, rattachées par un linteau en chêne. A des distances de 3 mètres, le revêtement est pourvu de tirants en fer, tour à tour de 2,80 et 3,20 mètres de long, attachés à un pieu à	f. 14,20 = fra. 29,54	La défense est établie depuis 1892. Où la profondeur devant la rangée de planches à barrage est plus de 1,50 mètres, on verse une couche de pierre. Les frais n'en sont pas compris dans le chiffre mentionné.

Numéro des dessins.	Désignation du canal.	Espèce de terre dans lesquelles le canal a été creusé.	Description de la préservation des bords.	Frais par mètre courant.	Notices.
Pl. 8, Fig. 29.	Rijn-Schie-Kanaal. Canal du Schie à Delft vers La Haye et vers le canal dit „de Oude Rijn” à Leyde.	Terre glai- seuse variant avec de la terre tour- beuse et du sable.	tirant, d'une longueur de 2,50 mètres avec croisement en sapin. Derrière le revêtement, une couche de pierrailles d'une largeur de 1 mètre. Pieux carrés en sapin (Kol- ters) d'une longueur de 3,50 ou 5 mètres, distancés de 1 mètre, sous une pente de 1 : 6. Derrière les pieux un lin- teau, contre lequel une ran- gée de planches à barrage, prenant l'une dans l'autre d'une longueur de 2 ou de 4 mètres. A des distances de 3 mètres les pieux sont pourvus de tirants en fer, attachés à un pieu en sapin avec croisement. Au dessus du revêtement il y a un talus en basalte, sur un lit de pierrailles, sous lequel on a établi une couche de terre glaiseuse.	fl. 13,— et fl. 14,— = frs. 27,04 et frs 29,11	La défense a été établie en 1890 et 1891. Où il y a une berme précédent la revête- ment, les pieux et les planches sont courts (3,50 et 2 mètres); où il n'y a pas de berme, ils sont plus longs (5 et 4 mètres). La partie du canal entre Delft et La Haye a été, le 1 mars 1894, ouverte à la navigation à vapeur. Le canal vers Leyde n'est pas encore acces- sible aux bateaux à vapeur.
Pl. 8, Fig. 30.	Amsterdam-Merwede- Kanaal. Partie d'Utrecht à Vreeswijk.	Sable cou- vert d'une couche de terre glai- seuse.	Pieux en sapin (Kolters) d'une longueur de 3,75 mètres, distancés de 0,70 mètres, sous une pente de 1 : 10. Derrière les pieux une planche, contre laquelle une rangée de planches à bar- rage longue de 2,75 mètres, les interstices couverts de tringles. Derrière le revê- tement un talus de pier- railles.	fl. 11,— = frs. 22,88.	La défense a été con- struite dans les années 1885—1890 et se tient bien.

Numéro des dessins.	Désignation du canal.	Espèce de terre dans lesquelles le canal a été creusé.	Description de la préservation des bords.	Frais par mètre courant.	Notice.
Pl. 8, Fig. 31.	Amsterdam-Merwedekanaal. Partie de Vianen à Schotdeuren près de Gorcum.	Terre glaiseuse et terre tourbeuse.	Pieux en sapin de 1.60 mètres de longueur, distancés de 1 mètre; sur les pieux une moise, derrière laquelle une rangée de planches à barrage, prenant l'une dans l'autre, d'une longueur de 1.50 mètres. Au dessus du revêtement un talus de briques sur deux couches plates de pierrailles.	fl. 10.— = frs. 20.80	La défense est établie depuis 1882 et se tient bien. Auparavant on a appliqué un type représenté par le dessin à côté de fig. 31. Le pied du talus est formé ici par une rangée de pieux en sapin de 2 mètres de longueur, distancés de 1 mètre, derrière laquelle une planche de 0.28 mètres de hauteur. Les frais de ce type sont de fl. 4.— = frs. 8.82. On constatait que cette défense était tout à fait insuffisante, attendu que la terre sous la planche était enlevée par l'eau; à divers endroits on a apporté encore derrière la planche des planches à barrage, placées verticalement.

b. *Revêtement à parois plus raides.*

Pl. 9, Fig. 31.	Damsterdiep. Canal de Groningue à Delfzijl.	Terre glaiseuse légère.	Rangée de planches à barrage, se prenant l'une dans l'autre, d'une longueur de 2 mètres, sous une pente de $\frac{1}{4} : 1$, attachées contre un linteau en chêne. Là dessus un mur en briques tassées sans chaux, couvert d'une assise maçonnée, sous une pente de $\frac{1}{4} : 1$.	fl. 7.40 = frs. 15.39	La défense a été faite en 1878 et se tient fort bien.
--------------------	--	-------------------------	---	-----------------------------	---

Numéro des dessins.	Désignation du canal.	Espèce de terres dans lesquelles le canal a été creusé.	Description de la préservation des bords.	Frais par mètre courant.	Notice.
Pl. 9, Fig. 33.	Damsterdiep.	Terre glaiseuse légère.	Pieux en sapin, d'une longueur de 3 mètres, distancés de 2 mètres sous une pente de $\frac{1}{4} : 1$. Derrière les pieux un linteau en chêne, contre lequel une rangée de planches à barrage, prenant l'une dans l'autre, d'une longueur de 2 mètres. Sur le revêtement un mur comme à la fig. 32.	fl. 8,— = frs. 16,64.	La défense a été établie en 1882 et se tient fort bien.
Pl. 9, Fig. 34.	Damsterdiep.	Terre glaiseuse légère.	Rangée serrée de pieux en sapin d'une longueur de 2 mètres, sous une pente de $1\frac{1}{2} : 1$. Derrière les pieux un linteau et une rangée de planches à barrage d'une longueur de 0,50 mètres. Sur le revêtement un mur comme à la fig. 32.	fl. 8,30 = frs. 17,26.	La défense a été établie en 1877 et se tient fort bien. La rangée de planches à barrage n'est ajoutée en divers endroits qu'après qu'on eût constaté que la terre avait disparu entre les interstices des pieux.
Pl. 9, Fig. 35.	Binnen-Aa, (province de Groningue) près de l'écluse dite „Nieuwe Statenzijl”.	Terre glaiseuse.	Pieux en sapin d'une longueur de 5,25 mètres distancés de 2 mètres, sous une pente de $\frac{1}{4} : 1$. Sur les pieux un linteau en sapin, devant lequel une rangée de planches à barrage, d'une longueur de 2,50 mètres. Sur le revêtement un mur en briques tassées sans chaux, couvert d'une assise maçonnée sous une pente de $\frac{1}{2} : 1$. La hauteur du mur au dessus le revêtement est de 1,80 mètres, la surface défendue est de 2 mètres carrés par mètre courant.	fl. 31,66 = frs. 65,85.	La défense a été construite en 1884 et se tient très bien. Sur le Binnen-Aa il n'y a pas de navigation à vapeur. Les variations multiples des niveaux d'eau forçaient ici à donner une grande hauteur au mur.

Numéro des dessins.	Désignation du canal.	Espèce des terres dans lesquelles le canal a été creusé.	Description de la préservation des bords.	Frais par mètre courant.	Notices.
Pl. 9, Fig. 36.	Kanaal van Groningen naar Lemmer, Partie dans la pro- vince de Frise, dite „Kolonelsdiep”.	Sable.	Pieux en chêne, d'une lon- gueur de 3 mètres, distan- cés de 1 mètre, sous une pente de $\frac{1}{2} : 1$. Derrière les pieux, un linteau en chêne, contre lequel une rangée de planches à bar- rage de 2 mètres de lon- gueur. Sur le revêtement un mur de briques tassées sans chaux, sous une pente de $\frac{1}{2} : 1$, couvert d'une assise maçonnée. Derrière le mur une couche de tourbe.	fl. 9,10 = frs. 18,93	La défense a été faite en 1884 et se tient bien.
Pl. 10, Fig. 37.	Kanaal van Leeuwar- den naar Harlingen.	Sable contenant de la terre glaiseuse.	Rangée serrée de pieux en sapin d'une longueur de 2 mètres, rattachés contre un linteau en chêne. Les têtes des pieux ont été sciées obliquement; là dessus un mur en briques, tassées sans chaux, sous une pente de $\frac{3}{4} : 1$ et couvert d'une assise maçonnée.	fl. 8,— = frs. 16,64	La défense a été faite en 1893. Le canal n'est pas encore achevé sur toute sa longueur.
Pl. 10, Fig. 38.	Drentsche Hoofdvaart. Canal de Meppel à Assen. Partie près de Ha- velta.	Sable.	Pieux en chêne d'une lon- gueur de 1,60 mètres, dis- tancés de 1 mètre, sous une pente de $\frac{1}{2} : 1$, sur lesquels une moise, ayant le dessus à 0,40 mètres en dessous du niveau du canal. Derrière les pieux un lin- teau contre lequel une rangée de planches à bar- rage d'une longueur de 1 mètre, les interstices cou- verts de tringles, le tout en sapin. Sur la moise un mur de briques tassées sans chaux sous une pente de $\frac{3}{4} : 1$.	fl. 6,50 = frs. 13,52	La défense a été établie en 1892 et se tient fort bien.

Numéro des dessins.	Désignation du Canal.	Espèce de terres dans lesquelles le canal a été creusé.	Description de la préservation des bords.	Frais par mètre courant.	Notice.
Pl. 10. Fig. 39.	Drentsche Hoofdvaart. Partie entre Assen et Smilde.	Sable cou- vert à quel- ques endroits d'une couche de terre tourbeuse de 0,50 d'épaisseur.	Pieux en chêne d'une lon- gueur de 1,60 mètres, dis- tancés de 1 mètre. Là des- sus un linteau, de forme triangulaire, en sapin créosoté. Derrière les pieux une planche en sapin de 0,28 mètres de hauteur pour retenir les terres. Sur la moise un mur de briques tassés, sans chaux, sous une pente de $\frac{3}{4} : 1$, au dessus duquel la pente est formée de gazon.	fl. 4,60 = frs. 9,57	La défense a été con- struite dans les années 1888-1890 et se tient bien. Les pieux cependant sont trop courts et la terre sous la planche commence à disparaître; il est à craindre que la défense sera, à la longue, insuffisante.
Pl. 10. Fig. 40.	Drentsche Hoofdvaart. Partie entre Assen et Smilde.	Comme à la Fig. 39.	Pieux en chêne avec moise comme à la Fig. 39. Der- rière les pieux cependant, on a apporté encore un linteau, contre lequel une rangée de planches à bar- rage de 1,25 mètres de longueur, les interstices sont couverts de tringles. Sur la moise, un mur comme à la Fig. 39.	fl. 6,70 = frs. 13,94	La défense est faite en 1890, aux endroits où la pente avait déjà été trop entamée par l'eau pour qu'une seule plan- che horizontale suffît.
Pl. 10, Fig. 41.	Meppelerdiep. Branche près de Meppel.	Sable.	Pieux en sapins, d'une lon- gueur de 2,50 mètres, dis- tancés de 1 mètre sous une pente de $\frac{1}{2} : 1$. Sur les pieux une moise et derrière les pieux une planche, haute de 0,25 mètres pour retenir les terres, le tout en sapin. Sur la moise un mur de briques tassées sans chaux, sous une pente de $\frac{3}{4} : 1$ et couvert d'une assise en maçonnerie. Derrière le mur il y a une couche de glaise de 0,10 mètres d'épaisseur et au des- sus du mur la pente est formée de gazon. La hauteur du mur au dessus du revêtement est de 1,40 mètres, la surface de- fendue est de 1,75 mètres carrés par mètre courant.	fl. 9,65 = frs. 20,07	La défense a été établie en 1891 et se tient bien. A quelques en- droits le mur a été endommagé par des abordages. A cause de la lar- geur considérable du canal, une influence nuisible de l'eau sur la pente au pied du mur n'est pas à craindre.

CRITIQUE DES SYSTÈMES APPLIQUÉS.

Nous discuterons succinctement les avantages et les désavantages des divers types, en tâchant d'en tirer quelques conséquences générales. Dans cette discussion, il faudra mettre en avant que le sol, dans lequel les canaux néerlandais sont creusés, est, presque sans exception, mou, ayant une inclination à céder au frottement de l'eau. Presque tous les canaux sont percés dans le sable, qui est quelques fois couvert d'une couche de terre glaiseuse ou de terre tourbeuse; quelques uns des canaux, comme le Damsterdiep et le Binnen-Aa, dans la province de Groningue, sont entièrement creusés dans la glaise et le sol de quelques autres, comme le Noordhollandsch Kanaal et l'Amsterdam—Merwedekanaal consiste en partie en terre tourbeuse. Un sol pierreux existe seulement près de Maastricht au Zuid-Willemsvaart et le canal de Liège.

Les conséquences à tirer de l'exemple des canaux néerlandais, ne peuvent donc que concerner des canaux dans de terres molles.

Nous avons déjà vu que les systèmes appliqués peuvent être réduits à quelques types généraux. Cependant ils ne se distinguent pas les uns des autres d'une manière absolue, au contraire, il existe des formes de transition qui peuvent se ranger, comme appartenant aussi bien à l'un qu'à l'autre type. Ainsi les talus en pierre, avec des pieux serrés au pied (Pl. 3 et 4, Fig. 7—13), peuvent être considérés comme appartenant aux revêtements, tandis que les murs en briques, sans revêtement et sous une pente de $\frac{3}{4}$, à la base pour 1 de hauteur (Pl. 10, Fig. 39 et 41), pourraient aussi bien être considérés comme des talus en pierre.

TALUS CONSOLIDÉS.

Il y en a qui sont faits sans pied fermé en bois (Pl. 1 et 2, Fig. 1—6), d'autres avec un pied se composant de pieux serrés (Pl. 3 et 4, Fig. 7—13).

Le matériel qu'on emploie pour la construction des talus en pierre, consiste dans la règle en pierre belge, qui s'expédie de Vilvorde et de Tournai ou des environs de Liège. A quelques endroits on fait usage de pavés en granit, qu'on trouve dans le pays-même, tandis qu'il y aussi des talus en basalte, qui provient des carrières le long du Rhin.

On emploie sur une large échelle des pierrailles, des briques cassées, provenant des briqueteries ou de démolitions. Les morceaux des briques mesurent environ $0,10 \times 0,10 \times 0,05$ mètres; sous la couche de pierrailles, on place ordinairement d'abord une couche plate des morceaux les plus grands.

Les canaux représentés à la Pl. 1, sont des canaux maritimes; dans ces canaux-là on peut au besoin baisser l'eau jusqu'en dessous du pied du talus.

Pour ce qui est des canaux représentés aux Fig. 1 et 2, le rapport entre la section mouillée du canal et le maître-couple immergé des bateaux à vapeur, est tellement grand, qu'on ne s'attend pas à une destruction du talus en pierre, à la suite d'une disparition de la pente par

le frottement de l'eau, cependant, il est constaté, comme le représente la Fig. 2, que là où les pierres ne sont pas soutenues par une rangée de pieux, il se produit encore des affaissements.

Au canal du Ter Neuzen, le seul qui est régulièrement fréquenté par des bateaux à vapeur maritimes d'un tirant d'eau de 5 mètres, le talus en pierre, dont le pied se trouve à 2,20 mètres en dessous du niveau ordinaire, est enclin à des affaissements, par le frottement de l'eau contre la pente, à une plus grande profondeur.

Les canaux, représentés aux Pl. 2, 3 et 4 servent à la navigation intérieure. Le talus en pierre descend aux Fig. 5, 6, 7, 8 et 9 de 0,40 à 0,85 mètres en dessous du niveau ordinaire, aux Fig. 4, 10, 11, 12 et 13 il ne descend qu'à 0,20 mètres au plus en dessous du niveau ordinaire.

Il est à remarquer que les défenses des bords de l'Amsterdam—Merwede Kanaal, représentées aux Fig. 7—8, ont été établies le long des parties nouvellement creusées du canal, avant que l'eau y eût accès, et que le Zuid-Willemsvaart (Fig. 5 et 8—12) peut être raigé.

Les talus des Fig. 4, 5 et 6 ne sont pas pourvus d'un pied fermé de pieux; — si la pente, en dessous du talud en pierre, est entamée par le courant, le fond sous le talud peut disparaître alors. A tous les types représentés à la Pl. 2 on remarque des approfondissements au pied, au type de la Fig. 4 on a déjà dû appliquer des pieux plus longs, au type de la Fig. 6, qui n'existe encore que depuis 1892, et où le rapport des sections est favorable, il ne s'est pas encore produit d'affaissement. Le talus représenté à la Fig. 5 est entièrement détruit par la disparation de la pente.

Il en appert donc que, dans le cas où le talus en pierre n'est pas établi à une très grande profondeur en dessous du niveau ordinaire, il y a nécessité qu'il soit pourvu d'un pied fermé.

Aux types des Fig. 7—13, qui sont tous pourvus de pieds fermés, on a partout constaté la disparition de la pente, le long du pied de la rangée de pieux.

Partout où les pieux sont placés à une profondeur considérable en dessous du niveau ordinaire, l'approfondissement est le moins important (Fig. 7, 8), là où ils touchent avec la tête près du niveau ordinaire, l'approfondissement est très considérable et peut-il être la cause que les pieux et toute la défense fléchissent. (Fig. 10, 11, 12 et 13). Il est donc nécessaire de prendre des pieux d'une longueur suffisante. A plusieurs endroits on a fait usage de pieux en sapin ou en chêne, d'une longueur de 1,60 mètres et d'un diamètre d'environ 0,10 mètres à la tête; ces sortes de pieux sont très voulus pour les travaux hydrauliques en Néerlande, et sont connus sous le nom de „perkoenpalen”. Toutefois il a été constaté que ces pieux sont trop courts pour servir de soutien au talus.

A certains endroits on a, devant ces pieux, enfoncé une seconde rangée de pieux plus longs (Fig. 13); tandis qu'au Zuid-Willemsvaart, pour les

nouvelles constructions, on prend des pieux toujours plus longs; maintenant on fait usage de pieux de 3 mètres qui sont enfoncés jusque sous le fond du canal. Toutefois, si on donne aux pieux une longueur comme au Zuid-Willemsvaart, alors on peut dire que le revêtement à pieux serrés est admis comme type et que celui des talus en pierre est abandonné.

Si au canal Amsterdam—Merwede (Fig. 7 et 8) le talus appliqué, avec son pied à 0,85 mètres en dessous du niveau, s'est bien maintenu jusqu'à présent, cela ne prouve pas que ce type est suffisant, attendu qu'il n'y a que quelques années que le canal est ouvert à la navigation à vapeur.

Les talus en pierre ont un avantage; c'est qu'en cas que la pente, sur laquelle ils ont été établis, s'enfonce, ils peuvent suivre la nouvelle pente, sans être entièrement détruits. L'exemple de ce qui précède nous est donné par l'Amsterdam—Merwede kanaal entre Amsterdam en Nigtevecht (Fig. 2) où le sol tourbeux adhère si peu que la pente s'est enfoncée, et cela sans avoir subi le passage des bateaux à vapeur.

REVÊTEMENTS.

Un coup d'oeil sur les dessins donnés, fait voir que le type le plus généralement répandu de défense des rives en Néerlande, est le revêtement dans l'une ou l'autre forme.

Le revêtement peut consister en une rangée serrée de pieux (Pl. 4. Fig. 15—18, tandis que les types, dont il a déjà été question Fig. 10, 11 et 12, peuvent être considérés comme y appartenant) ou dans une rangée de planches à barrage.

La crête du revêtement est, pour la plupart, égale au niveau ordinaire, où s'élève à 0,10 à 0,20 mètres au dessus; quelques types ont la pente, au dessus du revêtement, non-défundue ou seulement pourvue de gazon (Fig. 14, 17, 19—25), d'autres ont une berme défendue par des pierrailles ou de pierre, derrière le revêtement (Fig. 18, 24, 25 et les Fig. 10, 11 et 12 déjà mentionnées) et se rapprochent par là au type mixte de revêtements avec des talus consolidés.

Du fait, que le revêtement est la défense la plus généralement répandue, il ne saurait être déduit que ce type est reconnu comme le meilleur en Néerlande. Les canaux, le long desquels se trouvent les revêtements décrits dans ce rapport, (si on en excepte les parties du Zuid-Willemsvaart au-dessus de l'écluse no. 1 et le Drentsche Hoofdvaart) ne peuvent pas être saignés. On est donc bien réduit à appliquer à ces canaux un revêtement, à moins qu'on veuille le dessécher artificiellement pour y apporter un perré, ce qui serait très coûteux. Les revêtements exécutés n'ont été apportés aux canaux que plusieurs années après leur ouverture à la navigation, et seulement après que l'on eût constaté que les rives étaient sérieusement endommagées par la navigation à vapeur. Seulement au canal de Ter Neuzen, sur lequel on peut faire baisser l'eau jusqu'à un certain

niveau en dessous du niveau ordinaire, on a appliqué un revêtement, en remplacement du système antérieurement suivi des talus en pierre; tandis qu'au Zuid-Willemsvaart, où, lorsqu'on constatait que les talus en pierre étaient insuffisants, l'on aurait aussi bien pu construire un talus en pierre à une plus grande profondeur sous le niveau d'eau, il a été adopté, depuis les dernières années, un système, qui au fond ne diffère guère des revêtements.

En faisant un revêtement on doit y penser que les bois qui ne se trouvent pas constamment immergés, sont exposés à la corruption. Le meilleur remède serait donc d'établir les travaux en bois entièrement en dessous du niveau des basses eaux; toutefois ceci n'est pas toujours possible et dans la règle la crête du revêtement s'élève à quelques décimètres au dessus des basses-eaux. Il y a là un danger pour la durée de la défense des bords et on ne peut nier qu'un renouvellement des pieux et des planches à barrage, quand ils seront, à une certaine hauteur, corrompus, amènera des difficultés ou des réparations coûteuses.

A quelques constructions on a essayé de prévenir cette difficulté en garantissant contre la corruption le bois, qui reste continuellement au dessus du niveau des basses eaux, par une injection à l'huile de créosote (Fig. 17, 20, 23, 39 et 40).

Cependant en général on ne le fait pas et l'on se contente de poser les constructions en bois aussi bas que possible; il s'en suit, dans le cas où le niveau sur le canal varie beaucoup, que la berme, située derrière le revêtement, ou la pente se trouvant au dessus, doivent être protégées contre les effets des flots. A certains canaux on a fait ceci en établissant, derrière le revêtement, une plantation de joncs (Fig. 23, 24, 25), ailleurs on a placé une couche de pierrailles ou de pierres sur la berme (Fig. 26, 27), ou bien l'on a établi au dessus du revêtement un talus en pierre (Fig. 18, 28, 31), ou un mur (Fig. 32—41), ce qui donne le type mixte III.

Là, où il n'y a pas de défense (Fig. 15—17, 19—22), on constatera bientôt que la pente au dessus du revêtement ne résiste pas, d'une manière durable, aux effets du choc des flots, causés par les bateaux à vapeur.

En considérant les revêtements, représentés aux dessins, il saute tout d'abord aux yeux que la pente devant le revêtement, qui n'est pas du tout protégée, ne résiste pas aux effets du courant et du choc des flots, et qu'elle est partout, à plus ou moins de profondeur, enlevée. Les matières, enlevées de cette manière, forment dépôt au fond du canal, d'où elles doivent être enlevées par le dragage, pour conserver au canal la profondeur nécessaire à la navigation.

Dans quelques canaux, comme le Noordhollandsch Kanaal (Fig. 25 et 26) et les canaux en Groningue (Fig. 16) cet approfondissement devant le revêtement est très considérable. Quant au Noordhollandsch Kanaal l'approfondissement ne peut pas exclusivement être attribué aux bateaux à vapeur, car, ainsi que nous avons vu, le rapport des sections,

depuis que le canal n'est plus fréquenté par des bateaux à vapeur maritimes, est très favorable. Là le sol, consistant en terre tourbeuse, est très peu adhérent et a-t-il une inclination à se déposer au milieu du canal.

En ce qui concerne les canaux en Groningue (Fig. 16) par contre, où le rapport des sections est d'environ 1 : 4, l'approfondissement est exclusivement du fait des bateaux à vapeur.

Quoique l'approfondissement devant le revêtement dans les autres canaux soit beaucoup moins considérable, on ne peut pas dire cependant qu'il a atteint sa limite actuellement. L'effet destructif des courants continue toujours à se faire sentir, tandisqu'après l'établissement de la défense, la pente, disparue une fois, n'est plus complétée par la terre qui descend de la pente située au dessus. En outre le rapport entre le diamètre mouillé des canaux et le maître-couple immergé des plus grands bateaux à vapeur, qui fréquentent actuellement ces canaux, n'est pas aussi défavorable, qu'il deviendrait, si on donnait en réalité aux bateaux à vapeur les dimensions que les règlements permettent, de sorte que dans l'avenir, on peut s'attendre encore à de plus grands dégâts.

Il ne saurait donc être prétendu, que la disparition des pentes ne peut s'effectuer à de plus grandes profondeurs que celles représentées au dessins.

Il est bon de faire remarquer ici que partout aux nouvelles constructions, les planches à barrage et les pieux d'une longueur très limitée d'aujourd'hui sont remplacés par de plus longs, ce qui démontre que les limites admises pour l'effet destructif des bateaux à vapeur ont été dépassées.

La prudence exige donc lorsqu'on veut construire un revêtement le long d'un canal ayant une section mouillée limitée qu'on en établisse le bout inférieur en dessous du fond du canal ou au moins sous la quille des bateaux à vapeur au plus grand tirant d'eau, qui se présenteront dans le canal.

La forme la moins compliquée du revêtement est une rangée serrée de pieux; celle plus compliquée consiste en une rangée de planches à barrage, soutenue par des pieux ou retenue par des tirants en fer (Fig. 28).

Il importe beaucoup d'avoir soin de la stabilité de la construction.

Le revêtement ne consiste-t-il qu'en pieux (Fig. 14—16, 18, 37) on doit leur donner une hauteur assez considérable, pour qu'ils ne penchent pas en avant, après avoir perdu leur soutien par la disparition de la pente qui se trouvait devant. Ils doivent donc avoir une plus grande longueur que la profondeur du canal; où ceci n'est pas le cas, il y a danger que le revêtement sera détruit (Fig. 14 et 18). On peut agrandir la stabilité en donnant une inclination, aussi on l'a fait presque toujours. L'inclination est souvent de 1 sur 10, cependant elle peut être encore bien plus considérable, comme à la Fig. 16, où elle est de 1 sur 4; et aux Fig. 23, 32—35, où elle est de 1 sur 2.

Si la construction doit consister en une rangée de planches à barrage,

celles-ci sont soutenues par des pieux, qui sont placés ordinairement sous une pente plus raide et qui, pour les raisons ci-haut énoncées, doivent être enfoncés jusque sous le fond du canal. Il importe encore ici de faire remarquer que les pieux des constructions plus anciennes sont partout trop courts, et que chez les nouvelles constructions on s'est servi de pieux plus longs, jusqu'à une longueur de 5 mètres.

La stabilité du revêtement est quelquefois assurée par des tirants en fer, qui sont attachés aux pieux placés plus en arrière (Fig. 25, 26, 28 et 29); là on doit faire attention que les pieux à tirants soient posés en dehors du prisme des pertes en terre.

Les revêtements à tirants sont à considérer comme les meilleurs, cependant ils sont plus coûteux et ceci décide quelques fois à appliquer des constructions moins coûteuses.

Un point très important de la construction des revêtements est leur *imperméabilité*. Aussitôt que le paroi n'est pas bien fermé, le sable derrière les revêtements est aspiré en dehors par le courant et les flots, et il se produit alors un affaissement de la pente derrière le revêtement.

Là où le revêtement consiste en pieux qui sont enfoncés ayant encore leur écorce et placés l'un à côté de l'autre, il ne peut être question d'une *imperméabilité* parfaite. On a tâché de prévenir l'aspiration du sable à travers les interstices des pieux, en posant derrière ceux-ci une couche de gravier (Fig. 14), terre tourbeuse (Fig. 14 et 15) ou pierrailles (Fig. 16, 17, 18). La pose d'une couche de pierrailles donne de bons résultats; dans la cas où l'approfondissement devant les pieux augmente et que la terre derrière les pieux s'enfonce à une plus grande profondeur, la couche de pierraille suit ce mouvement et doit être complétée par en haut.

Aux rangées de pieux le long du Zuid-Willemsvaart on a bouché les interstices entre les pieux par des piquets (Fig. 10, 11 et 12) au Damsterdiep (Fig. 34) on a placé derrière les pieux encore une rangée de planches à barrage.

Toute fois il est clair que de cette manière on ne saurait obtenir un revêtement absolument fermé. Cela ne peut se faire qu'en employant une rangée de planches à barrage, aussi le fait-on ordinairement.

Les dites planches sont, quand on veut les appliquer bien fermants, pourvues de rainures (Fig. 32 et 33) ou bien on applique derrière les interstices d'autres planches de moindre largeur, dites „tengels” = tringles (Fig. 24, 25 et 26). A la construction représentée à la Fig. 23 on a appliqué derrière les pieux des cloisons, consistant en planches horizontales et verticales, l'une sur l'autre, ce qui aide à l'imperméabilité. Il n'y a qu'à quelques constructions (Fig. 20, 21, 35, 36) les interstices des planches à barrages ne sont pas pourvus; elles ne forment donc pas un paroi complètement fermé.

CONSTRUCTIONS MIXTES.

Nous avons vu qu'il est désirable de n'élever la partie supérieure du revêtement pas plus haut que le niveau le plus bas du canal; les pentes au dessus du revêtement ont donc, dans la règle, aussi besoin d'être préservées, et de cette manière on en est venu aux constructions mixtes, qui sont représentées aux Pl. 8, 9 et 10, tandis que les Fig. 10, 11 et 12 de la Pl. 4 peuvent être rangées comme appartenant aussi à ce type.

Quelques canaux ont des pentes dernières le revêtement, qui sont défendues par un talus en pierre belge, en briques ou en pierrailles (Fig. 11, 12, 28, 29, 30 et 31); d'autres ont des pentes raides, avec un mur en briques.

Les deux types donnent de la satisfaction et il est relativement de peu d'importance d'examiner lequel mérite la préférence, attendu que la partie essentielle de la défense des bords est le revêtement.

Il est à remarquer cependant qu'on ne rencontre pas en Néerlande des parois verticales proprement dits; la pente la plus raide au dessus de l'eau est de $\frac{1}{4} : 1$ (Fig. 32—36) tandis que les autres murs ont une pente de $\frac{3}{4} : 1$. Comme suite de cette faible pente les murs n'ont pas besoin de grandes dimensions pour résister à la pression des terres, et ce d'autant plus que leur hauteur ne s'élève, dans la règle, qu'à 0,60 mètres. L'épaisseur des murs ne dépasse nullepart 0,22 mètres, longueur d'une brique. Les murs ne sont pas maçonnés, mais les briques sont tassées simplement, sans chaux; pour quelques constructions de ce genre, le mur est couvert à la partie supérieure d'une assise en maçonnerie.

Qu'on puisse établir des murs de l'espèce d'une plus grande hauteur, on le voit aux Fig. 35 et 41. Toutefois il résulte de ce qui précède, qu'il ne peut être question ici de murs de revêtement proprement dits, mais que ces constructions peuvent aussi bien être considérées comme appartenant aux talus en briques. Pour empêcher le sable d'échapper par les interstices des briques, quelques constructions ont derrière les briques une couche de terre tourbeuse (Fig. 36), d'autres une couche de terre glaise (Fig. 41).

Enfin on a appliqué quelques constructions, qui sont représentées Pl. 10 Fig. 39 et 41. Ce sont des murs, sous une pente de $\frac{3}{4} : 1$, non-pourvus de revêtement, et qui par conséquent peuvent être considérés comme appartenant au type des talus en pierre sans pied fermé. Le type Fig. 39, où il n'y a qu'une seule planche pour retenir les terres, n'est pas recommandable; il est constaté que la terre commence à disparaître derrière les pieux par l'action de l'eau et qu'on devra probablement procéder plus tard à y apporter des planches à barrage. Pour ce qui est de la construction (Fig. 41) il y existe, à raison de la largeur considérable du canal, moins de danger pour la pente, par le frottement de l'eau.

Nous avons dit déjà qu'il est désirable d'enfoncer le bois du revêtement

à une telle profondeur sous l'eau, qu'il ne peut pas se corrompre et que le revêtement n'a pas besoin de réparation ultérieure. Dans quelques canaux on peut faire cela en baissant le niveau pendant l'exécution des travaux. Pour l'exécution des constructions représentées Fig. 38—41, on y est parvenu en jetant un petit bartardeau parallèle à l'axe du canal; derrière lesquels le niveau peut être baissé de 0,20 à 0,40 mètres. Les frais de ces barrages sont compris dans les frais mentionnés et ne s'élèvent en moyenne qu'à fl. 0,50 par mètre.

FRAIS DES SYSTÈMES EXÉCUTÉS.

On ne doit pas reconnaître aux chiffres mentionnés des frais des systèmes exécutés une valeur trop absolue, attendu que les circonstances locales ont pu exercer une grande influence sur les frais. Cependant ces chiffres peuvent servir à quelques comparaisons entre les frais des divers types.

Les talus en pierres appliqués le long des canaux maritimes (Fig. 1, 2 et 3) ont coûté de 13 à 19 florins (fr. 27 à fr. 39,50) par mètre courant, ou de 2,42 à 3,33 florins (fr. 5 à fr. 6,58) par mètre carré de surface défendue. Ces défenses s'enfoncent à une profondeur de 1,20 à 2,20 mètres en dessous du niveau ordinaire. Les revêtements établis le long des canaux maritimes (Fig. 25—28), dont les planches à barrage sont enfoncés à une profondeur de 2,30 à 2,60 mètres en dessous du niveau ordinaire, ont coûté de 10,50 à 14,20 florins (fr. 21,84 à fr. 29,54) par mètre courant. Le revêtement (Fig. 25) dont les planches à barrage vont à une profondeur de 4,30 mètres en dessous du niveau ordinaire, a coûté fl. 15,80 = fr. 32,80 par mètre courant. Il est donc évident que les revêtements, même ceux qui atteignent presque le fond du canal, ne sont pour ces canaux en général pas plus chers que les talus en pierre.

Les talus en pierre le long des canaux de navigation intérieure, qui sont pourvus d'un pied fermé se trouvant à une profondeur de 0,85 mètres en dessous du niveau ordinaire (Fig. 7—8) ont coûté fl. 5,70 à fl. 6,50 (fr. 11,85 à fr. 13,52) par mètre courant, ou fl. 1,68 = fr. 3,50 par mètre carré de surface défendue.

Les revêtements les long de canaux intérieurs, consistant en une rangée serrée de pieux d'une longueur de 3 mètres, qui sont donc enfoncés jusqu'en dessous du fond du canal (Fig. 15 et 16) ont coûté 5 à 7,80 florins (= fr. 10,40 à fr. 16,22) par mètre courant. Où les bois ont été créosotés, pour les garantir contre la corruption, (fig. 17) les frais étaient de fl. 14,— = frs. 29,12, donc, presque le double.

Les revêtements avec des planches à barrage, d'une longueur de 1,60 à 3 mètres, qui ne s'étendaient pas tout à fait jusqu'au fond du canal, (Fig. 20—22) ont coûté de 7 à 13,25 florins (= fr. 14,56 à fr. 27,56).

Les revêtements avec des planches à barrage, d'une longueur de 1,50 à

2,75 mètres, au dessus desquels la pente est pourvue d'un talus en pierre (Fig. 29—31) ont coûté de 10 à 13 florins (= fr. 20,80 à fr. 27,04) par mètre courant.

Les revêtements le long du Zuid-Willemsvaart, consistant en une rangée serrée de pieux d'une longueur de 2 à 3 mètres, au dessus desquels se trouve un talus en pierre, ont coûté de 2,90 à 4,83 florins (= fr. 6,03 à fr. 10,05).

Les revêtements avec pieux et planches à barrage, d'une longueur de 2 mètres, au dessus desquels se trouve un mur de briques (Fig. 32, 33, 34, 36, 37) ont coûté de 7,40 à 9,10 florins (= fr. 15,40 à fr. 19,—); de semblables revêtements avec planches à barrage d'une longueur de 1 mètre (Fig. 38—40) coûtent fl. 6,60 (= fr. 13,75) par mètre courant.

On a constaté que le dernier type, qui se tient bien, coûte par mètre courant environ fl. 3.— (= fr. 6,20) moins que les revêtements de même longueur, au dessus desquels se trouvent des talus en pierre avec une pente moins raide.

La défense le long du Zuid-Willemsvaart, consistant en des rangées serrées de pieux avec un talus en pierre au dessus, qui jusqu'à présent se tient bien aussi, mais qui offre moins de sécurité contre l'enlèvement des terres derrière le revêtement par le courant, que le système des planches à barrage, est le meilleur marché des systèmes décrits.

CONSÉQUENCES.

Quoiqu'il résulte des communications qui précèdent, qu'on se trouve encore dans la période des essais, en ce qui concerne la défense des berges des canaux, et qu'il serait peut-être imprudent d'en tirer dès à présent des conséquences définitives, il est pourtant utile d'examiner ce que l'expérience nous a déjà appris sur le compte des deux systèmes principaux, la défense des talus originiaires ou l'établissement de nouveaux parois plus raides.

Lorsqu'on se décide à faire une défense des bords le long d'un canal, on aura à faire un choix entre ces deux systèmes principaux et on aura à juger la question: — auquel donner la préférence?

Ensuite on aura à examiner jusqu'à quelle profondeur en dessous, — et jusqu'à quelle hauteur, au dessus — du niveau ordinaire de l'eau la défense des berges doit être poussée.

Quand les bords d'un canal existant, dont le niveau ne saurait être baissé considérablement (ainsi que c'est le cas avec la plupart des canaux néerlandais), doivent être défendus, on en est réduit, pour les pentes en dessous de l'eau, à l'application du revêtement. Ce qu'on fait ensuite au dessus de l'eau, — un paroi raide ou une pente, — est de moindre importance, attendu que la partie principale de la construction, est le revêtement.

Pour un canal existant, qu'on peut saigner, on peut choisir. Cependant,

là aussi, on devra donner la préférence à un revêtement, du moment que la largeur du canal n'est pas très considérable. Les canaux existants sont, dans la règle, cotoyés par des routes ou par des terrains habités, de sorte qu'un élargissement de la nappe d'eau est impossible ou nécessiterait des frais considérables pour l'achat de terrains. En établissant un revêtement on a l'occasion de porter la largeur du fond à son maximum, ce qui profite d'abord à la navigation, en même temps que le rapport entre la section mouillée du canal et le maître-couple immergé des bâtiments en est étendu. Préfère-t-on ne pas donner immédiatement au fond du canal le maximum de sa largeur, alors on se réserve toujours l'occasion de le faire plus tard, sans détruire la défense des rives; ce qui serait impossible, si on avait revêtu de pierre les pentes originaires au dessous du niveau d'eau. On n'a qu'à avoir soin que les pieux et les planches à barrage du revêtement soient prises d'une longueur suffisante, ce qui peut se faire parfaitement, sans des frais excessifs.

Il n'y a que pour les canaux maritimes qui impliquent une profondeur de 6 à 8 mètres, qu'il y aurait des frais considérables en y établissant des revêtements dont les planches et les pieux sont enfoncés jusqu'en dessous du fond du canal. En ce qui concerne ces canaux on tachera plutôt de réduire l'effet pernicieux du passage des bateaux à vapeur sur les rives, en donnant au canal la largeur la plus grande possible.

L'établissement des revêtements pour consolider les bords d'un canal existant, offre encore l'avantage qu'on peut l'exécuter sans pour cela baisser extraordinairement le niveau de l'eau et par conséquent sans interrompre la navigation.

Si, en construisant un nouveau canal, on veut procéder à la consolidation des rives, alors le choix devient un peu plus difficile.

Alors la considération se fait jour, qu'avec une même largeur du terrain dont on a besoin, l'application de parois raides peut procurer au canal une plus grande section mouillée. Donc, si les terrains, dans lesquels le canal doit être construit, sont chers, alors il sera dans tous les cas avantageux de faire choix de revêtements.

En second lieu, il faudra, avant le choix du type, bien réfléchir jusqu'à quelle profondeur la défense doit d'étendre. Pour cela il faudrait savoir jusqu'à quelle profondeur l'effet des courants sur les pentes se fait sentir, quand un canal est fréquenté par des bateaux à vapeur des plus grandes dimensions admises, avec la plus grande vitesse admise. Ainsi qu'il est déjà dit ci-haut, les observations complètes sur cette matière font défaut et un chiffre exact ne saurait être donné. Cependant on peut déduire des exemples fournis sur les canaux néerlandais, qui ne sont pas même encore fréquentés de bateaux à vapeur ayant les dimensions-maxima, que la profondeur à laquelle l'effet des bateaux à vapeur se fait sentir, est très considérable, est qu'il ne serait pas prudent, tant que des chiffres plus

exacts ne sont pas connus, de ne pas établir les défenses des pentes des canaux à dimensions limitées jusqu'en dessous de la quille des bateaux à vapeur au plus grand tirant d'eau; ou en général, jusqu'au fond du canal.

Choisit-on le système du *revêtement*, alors il n'est pas difficile de pousser jusqu'à cette profondeur; on n'a qu'à prendre les pieux et les planches à barrage d'une longueur suffisante, ce qui ne cause qu'une augmentation limitée des frais. Choisit-on cependant une consolidation de la pente originaire du canal, soit de 2 : 1, par un talus en pierre, alors se présentent deux difficultés si l'on veut continuer cette consolidation jusqu'au fond du canal. D'abord les frais augmentent pour chaque décimètre qu'on avance en profondeur dans une raison de 1 : $\sqrt{5}$, ainsi l'augmentation est beaucoup plus considérable que pour le revêtement, en second lieu, on est, — une fois le talus en pierre construit, — dans l'impossibilité de donner plus tard au canal une plus grande profondeur ou une plus grande largeur du fond, sans démolir toute la consolidation des pentes ou de la renouveler.

Veut-on se réserver la possibilité d'une augmentation ultérieure des dimensions du canal, on est tenu à choisir le revêtement.

Quand on a la certitude que le profil du canal, une fois admis, suffira aussi dans l'avenir, et que jamais un agrandissement sera nécessaire, alors le choix entre le talus consolidé et le revêtement n'est qu'une question de plus ou moins de frais. Un talus en pierre qui va jusqu'à près du fond du canal est en général plus cher qu'un revêtement, ainsi qu'il résulte de l'exemple des canaux néerlandais. Seulement les pentes consolidées offrent l'avantage, que les pentes du canal restent immuables et qu'on n'a pas à craindre un amoindrissement de la profondeur du fond par les terres détachées des pentes.

On peut aussi choisir un type mixte, en faisant finir, à une certaine hauteur en dessous du niveau de l'eau, les pentes consolidées par un talus en pierre et en y établissant un pied fermé en bois.

Il faut alors prendre soin que le pied soit bien fermé et que, dans le cas où les pentes en dessous de ce pied diminuent ou disparaissent, ce pied, et avec lui tout le talus en pierre, ne s'enfoncent pas. S'il n'a pas été fait droit à ces conditions là, en faisant atteindre les pieux et les planches à barrage jusqu'en dessous du fond du canal, la construction peut occasionner de grandes difficultés, attendu que la réparation des pentes affaissées est très coûteuse et impossible sans saignée entière du canal.

Ces types mixtes ont, pour ce qui est des canaux néerlandais, donné de la satisfaction. Cependant il n'y a pas de raison, si l'on établit un revêtement pour soutenir le talus en pierre, de ne pas pousser ce revêtement jusqu'à un peu en dessous des basses eaux; or dans ce cas l'on approche encore du type pur des revêtements.

Ainsi qu'il a été déjà dit, le revêtement doit, si on veut le faire durable, être établi de manière à ce qu'il soit toujours immergé.

La pente, située au dessus du revêtement, doit donc d'une manière ou d'une autre, être protégée contre l'effet du choc des vagues. Le matériel qui s'impose à cette fin, c'est la pierre, soit dans la forme de talus, soit dans celle d'un mur plus ou moins raide.

Pour des canaux, où les niveaux varient peu, la question de l'établissement d'un talus ou d'un mur au dessus du revêtement, est d'une importance relativement peu considérable, attendu que la défense n'implique que peu de hauteur; dès lors la différence des frais est petite. Les circonstances locales doivent ici, dans la plupart des cas, décider, cependant il ne faut pas perdre de vue, que pour des canaux à parois raides on ne peut que difficilement atteindre l'eau par le bord.

Quant aux canaux dont les niveaux varient davantage, la pente défendue au dessus du revêtement immergé par les basses eaux doit avoir une hauteur considérable. Dans ce cas, un mur plus ou moins vertical doit avoir une grande largeur, pour pouvoir résister à la pression des terres et l'établissement d'un talus en pierre sur la pente naturelle sera, d'après la règle, mieux et, en même temps meilleur marché. Il est à remarquer que pour ce qui est des canaux néerlandais, il n'y a pas de murs placés verticalement sur des revêtements. La pente la plus raide y est encore de $\frac{1}{2}:1$, notamment aux canaux creusés dans la terre glaiseuse. Dans les terres sablonneuses, on a donné au mur une inclination de $\frac{3}{4}:1$.

Il reste encore à examiner jusqu'à quelle hauteur doit être poussé la consolidation de la pente.

Pour les canaux avec un niveau constant, il doit être examiné jusqu'à quelle hauteur s'élèvent les flots produits par les bateaux à vapeur, cette hauteur indiquant aussi celle que la consolidation de la pente doit atteindre.

Si les crues ne se produisent sur un canal que pendant quelques jours, il ne sera pas nécessaire d'élever la défense jusqu'au niveau atteint par cette crue.

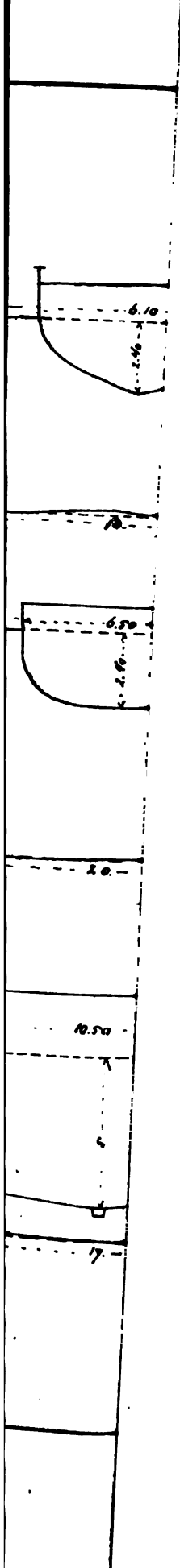
Il suffira en général d'établir la défense à une hauteur, dépassant celle, atteinte par les flots produits par les bateaux à vapeur, lors des hauts niveaux se présentant ordinairement.

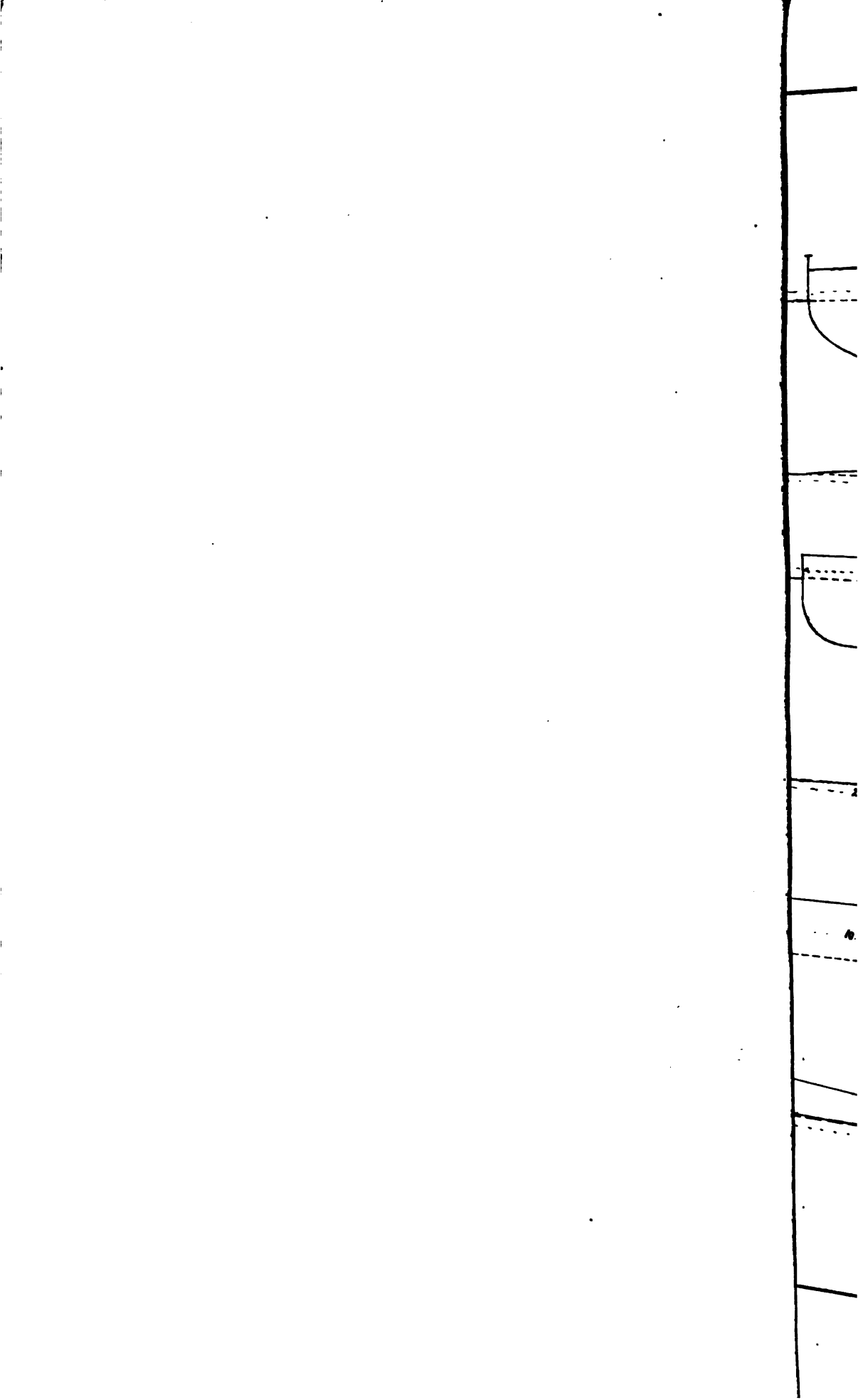
La défense des canaux néerlandais atteint dans la règle de 0,40 à 0,60 mètres au dessus du niveau ordinaire et de 0,15 à 0,30 au dessus du plus haut niveau. Il est d'ailleurs d'une importance secondaire de déterminer d'avance à quelle hauteur la défense doit atteindre; il ne sera pas difficile d'augmenter plus tard la hauteur de la construction établie, soit qu'elle consiste en un talus en pierre, soit en un mur plus ou moins raide, dès qu'il est démontré que la hauteur admise en premier lieu n'est pas suffisante.

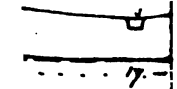
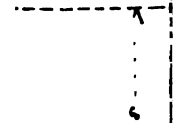
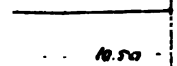
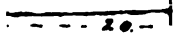
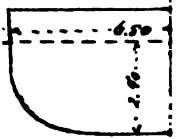
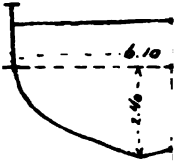
Inscriptions des Planches. Inschriften der Zeichnungen. Description of the Plates.

Argile.	Thonerde.	Clay.
Briquillons.	Steinschutt.	Brickbats.
Briques.	Backsteine.	Bricks.
Echelle.	Maasstab.	Scale.
Empierrement.	Steinschüttung.	Stone-ballast.
Enrochement.	Felssteinpackwerk.	Enrockment.
Espace de	In Abständen von	At a distance of
File de pieux.	Pfahlreihe.	Line of piles.
File de piquets.	Pfahlreihe.	Line of stakes.
Gazon.	Rasen.	Soda.
Glaise.	Lehmiger Boden.	Clay.
Gravier.	Grand.	Gravel.
Les bateaux à vapeur ne visitent pas le canal.	Dampfschiffe benutzen den Kanal nicht.	Steam-boats do not enter the canal.
Madrier.	Eichenholzbohle.	Joist.
Moise.	Gurtholz.	Half-timber.
Niveau d'été.	Sommerwasserstand.	Summer level.
" d'hiver.	Winterwasserstand.	Winter "
" ordinaire.	Gewöhnlicher Wasserstand.	Ordinary "
" réglementaire.	Vorschriftsmässiger Wasserstand.	Regulation "
Palplanche.	Bohlenwand.	Walling-timber.
Perré.	Steinpackung.	Stone-pitching.
Pour le profil en travers du canal, voir	Für den Kanalquerschnitt siehe	For the transverse section of the canal, see
Revêtement en planches.	Bekleidung mit Planken.	Revetment of planks.
Roseaux.	Rohrpflanzung.	Reeds.
Section immergée du bateau.	Eingetauchter Schiffsquerschnitt.	Immersion of the boat.
Section mouillée du canal.	Benetzter Kanalquerschnitt.	Wet section of the canal.
Tirant.	Ankerbolzen (Zugeisen).	Truss-rod or tie-iron.
Tourbe.	Torf.	Turf.
Tringle.	Leiste.	Rod.
Tuin.	Hecke.	Hedge.



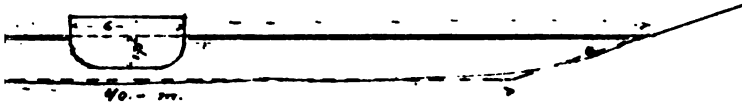






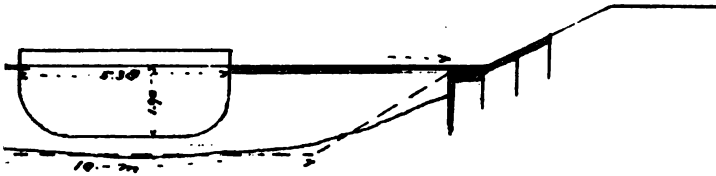
Echelle de 1/400

$$\frac{S. \text{é.}}{S. \text{m.}} = \frac{9.4 \text{ m}^2}{113 \text{ m}^2} = \frac{1}{12}$$



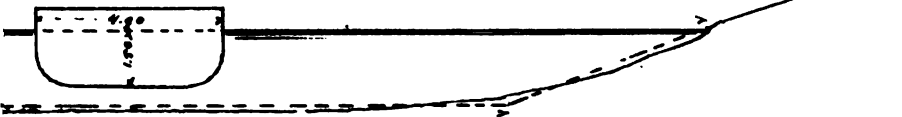
Echelle de 1/200

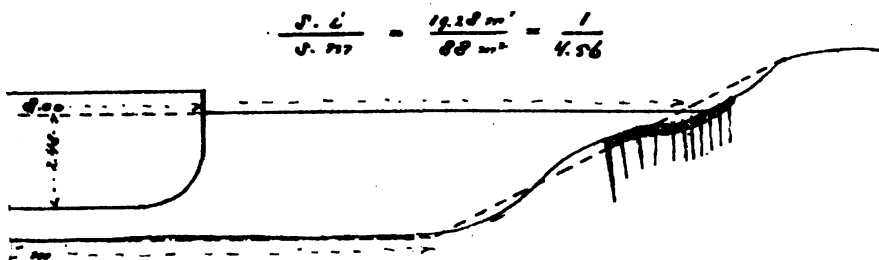
$$\frac{S. \text{é.}}{S. \text{m.}} = \frac{9.8 \text{ m}^2}{30 \text{ m}^2} = \frac{1}{3.06}$$



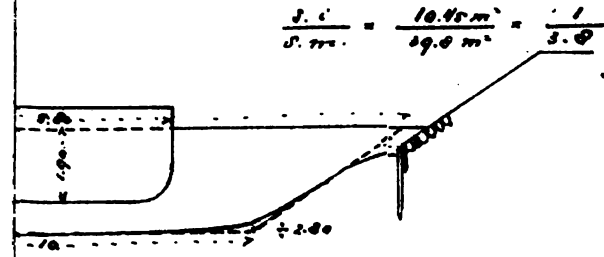
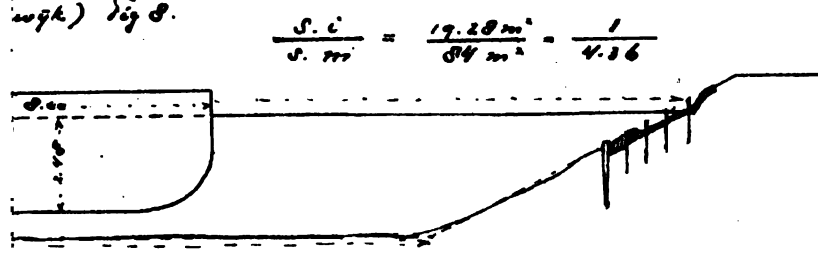
Echelle de 1/200

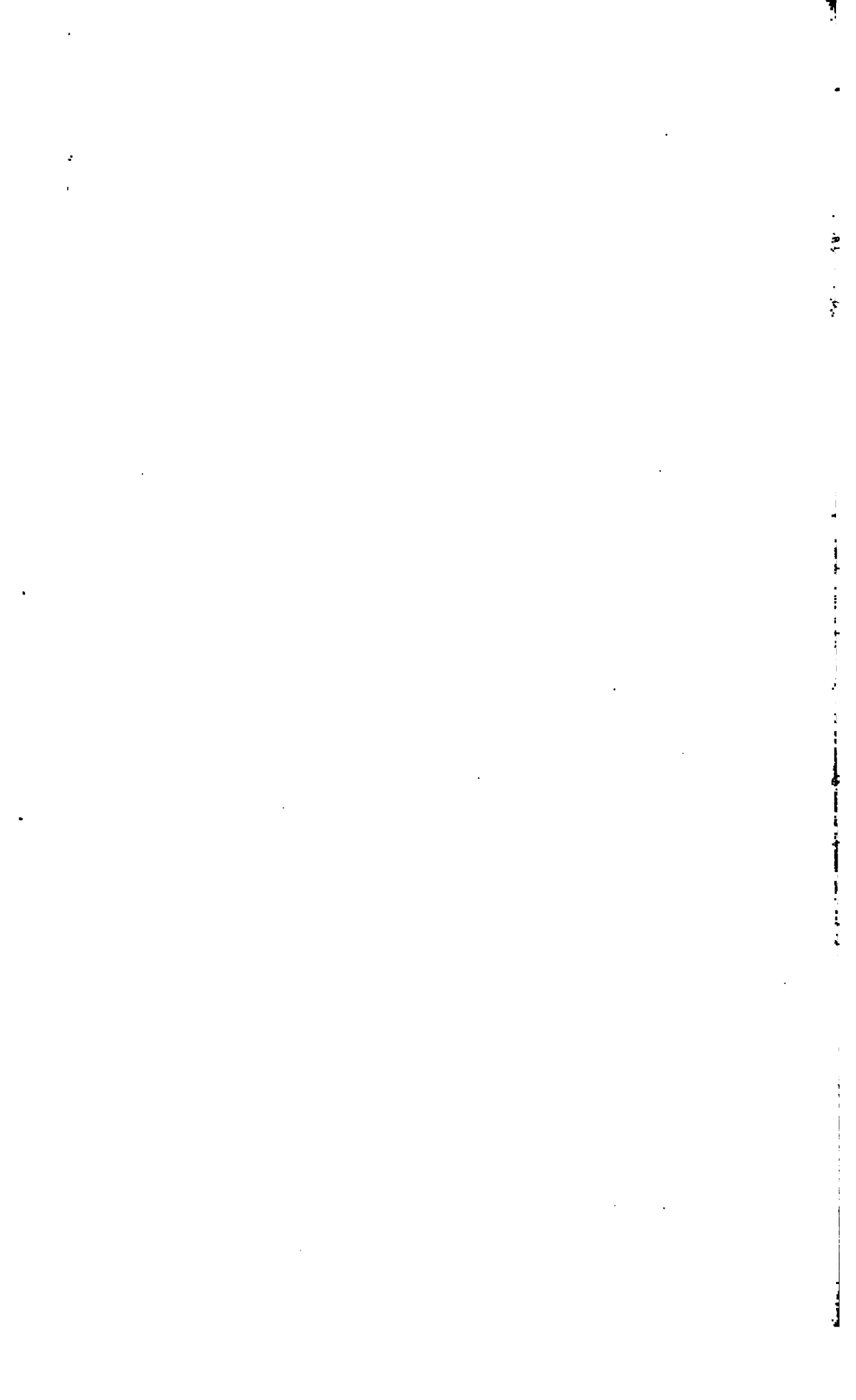
$$\frac{S. \text{é.}}{S. \text{m.}} = \frac{6.85 \text{ m}^2}{88 \text{ m}^2} = \frac{1}{7.74}$$

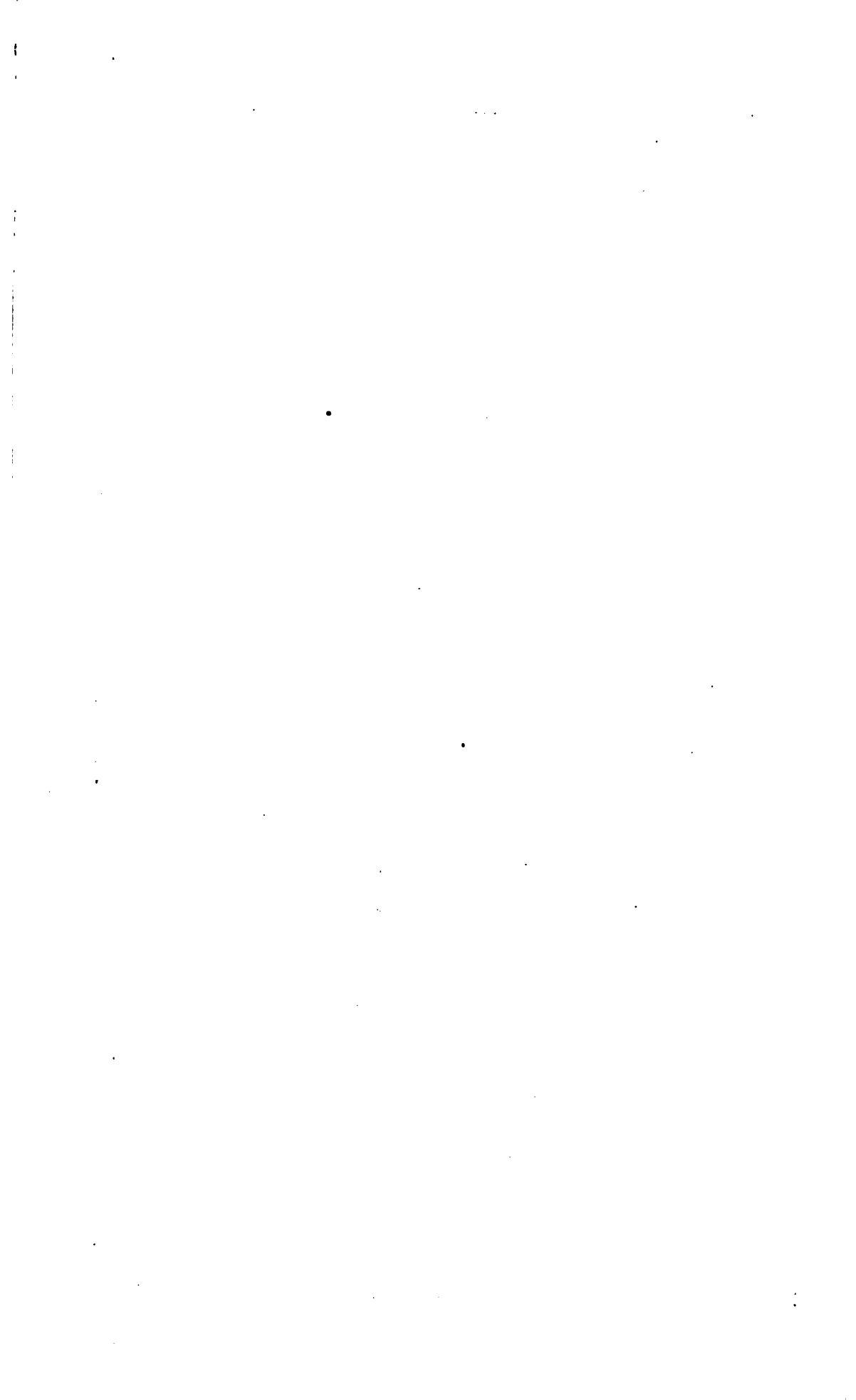




2) Fig 3.

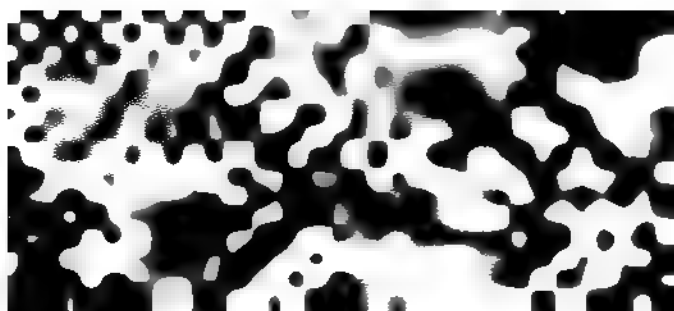








(des bateaux à vapeur ne visitent Fig 17
par le canal.

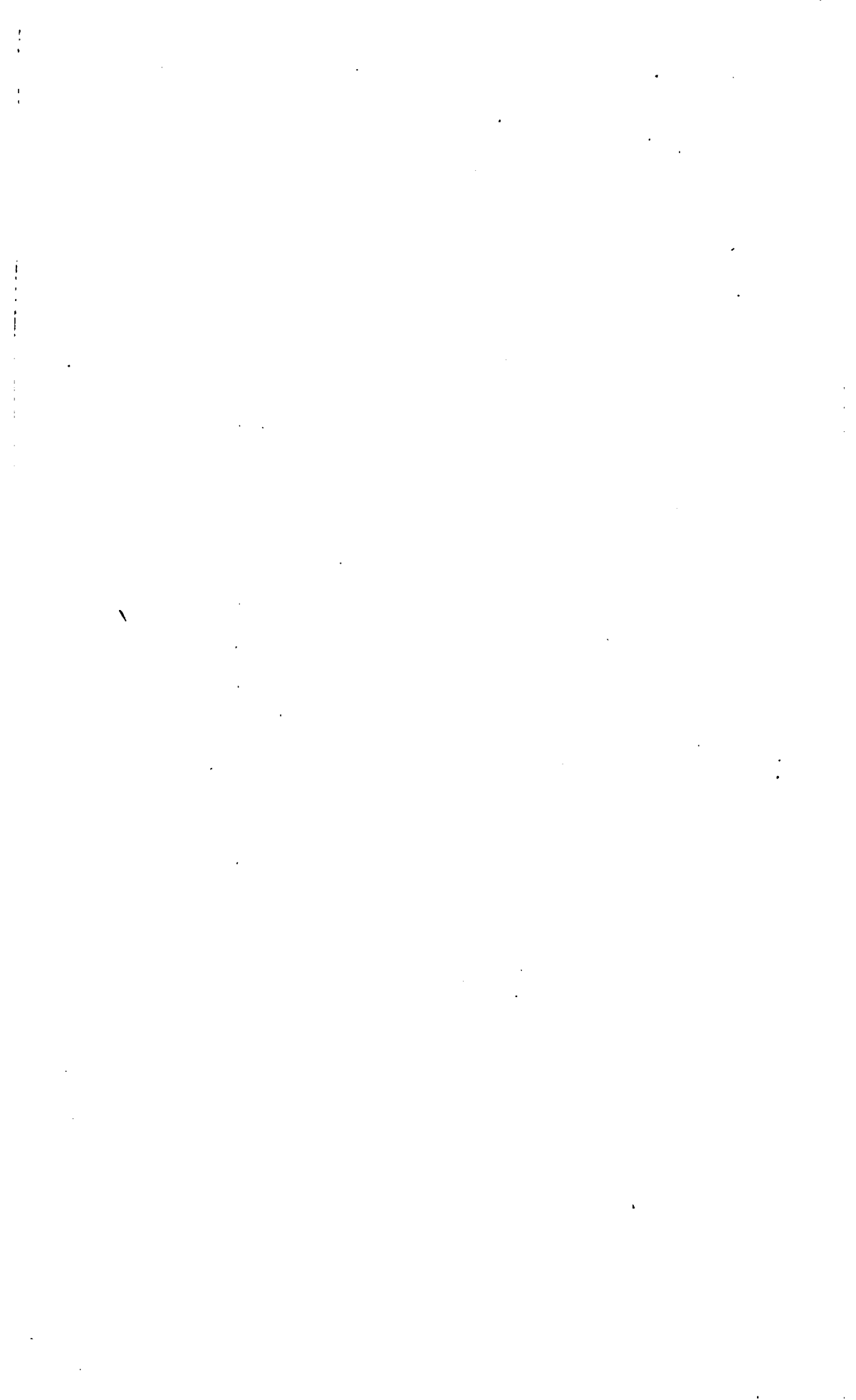


= Gerbonallesverlust 2,10

Pl. 6

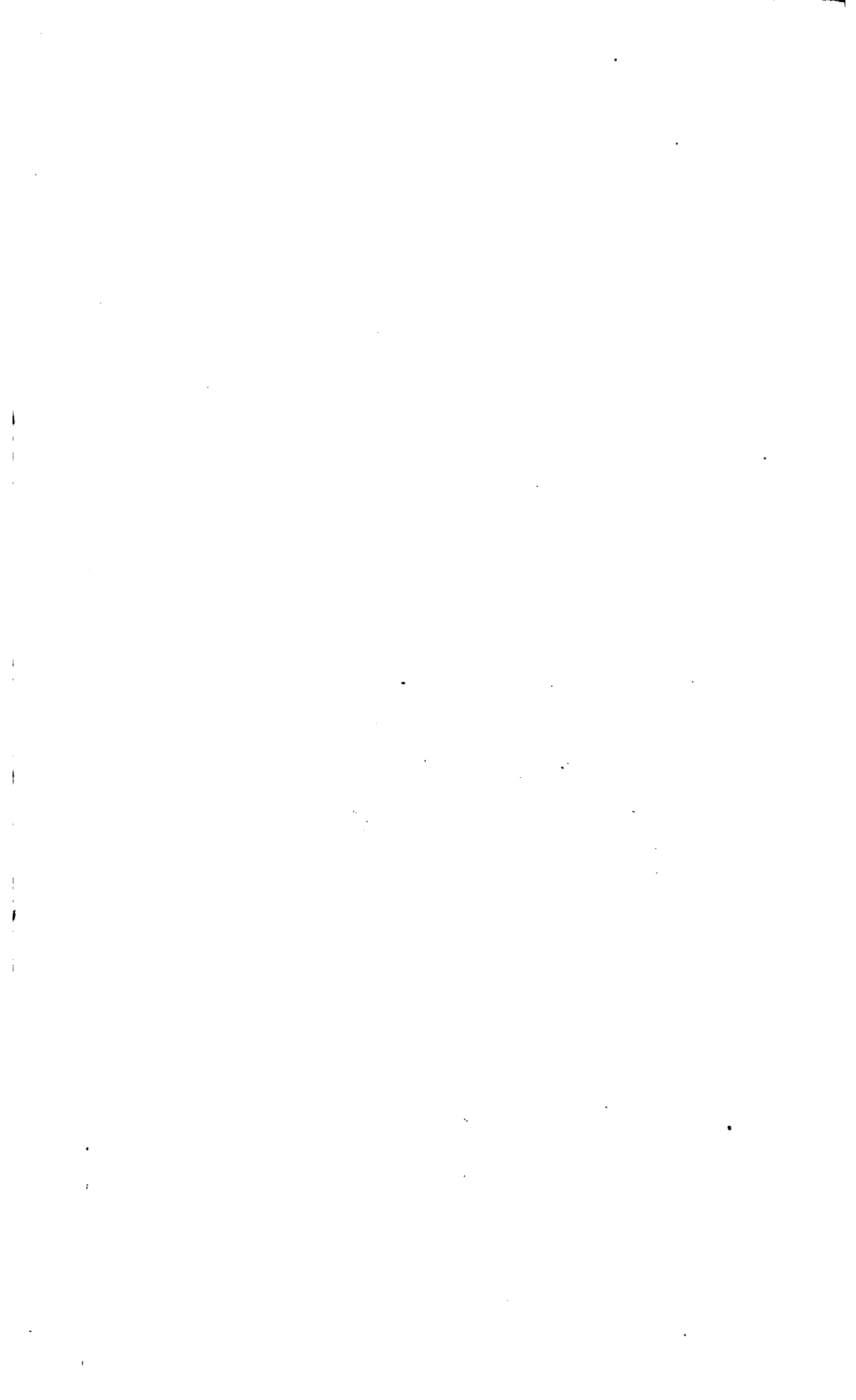
$$\frac{S. i.}{S. m.} = \frac{3.87 m^2}{17.5 m^2} = \frac{1}{4.47}$$

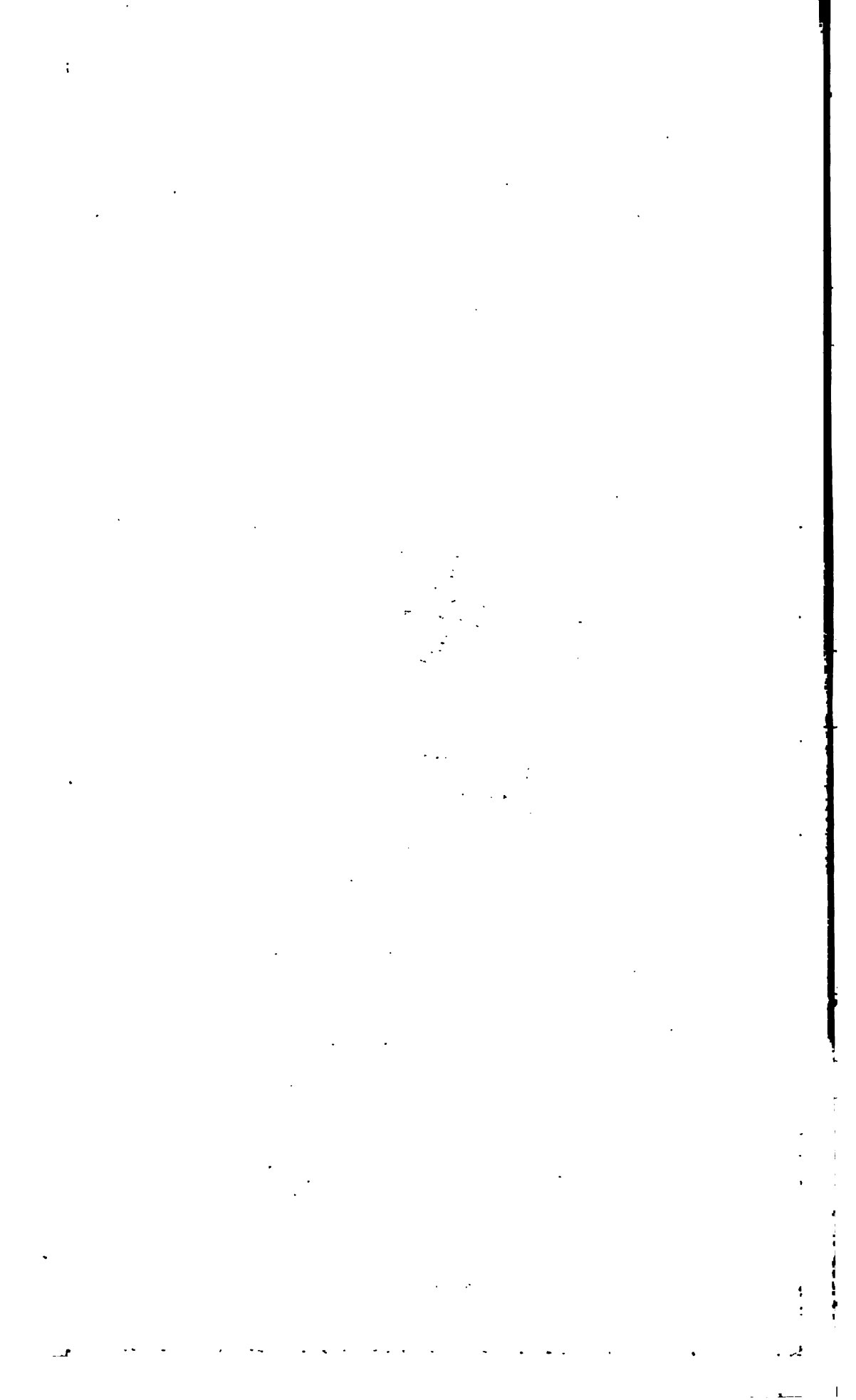




7

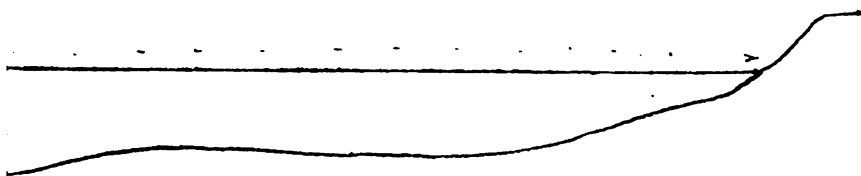
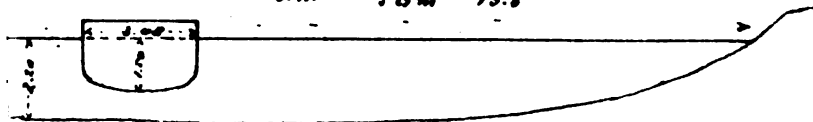
7



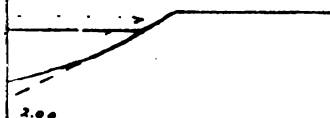


Pl 9

$$\frac{s.c.}{s.m.} = \frac{4.2 m^2}{56 m^2} = \frac{1}{13.3}$$



$$\frac{s.c.}{s.m.} = \frac{7.60 m^2}{54.50 m^2} = \frac{1}{7.14}$$



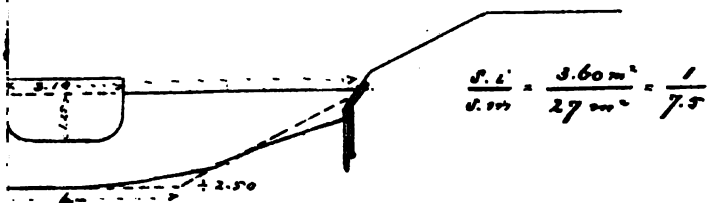
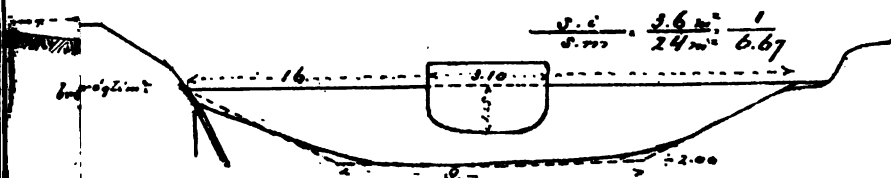
Echelle de 1:200



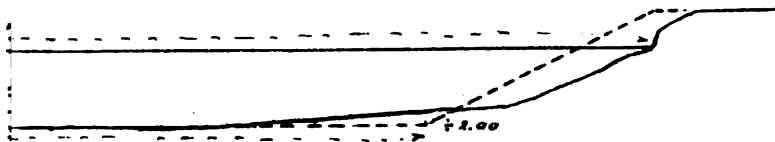
sche Hoofdvaart

Ag 38

Pl 10



$$\frac{S. l.}{S. m} = \frac{6.85 m^2}{68.5 m^2} = \frac{1}{10}$$



E

Echelle de 1 : 200.

Steendr. v/h. Amand, Amst.

VI^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

LA HAYE, 1894.

4

2^e QUESTION.

L'OUTILLAGE
des Ports de navigation intérieure
EN FRANCE.

RAPPORT

PAR

M. MONET

Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Nancy

ET PAR

M. DARDENNE

Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Paris.

LA HAYE,
Typ. de **BELINFANTE FRÈRES, A. D. SCHINKEL Succ.,**
PAVELJOENSGRACHT, 19.
1894.



DeGrand fund

Sixième Congrès international de Navigation intérieure

LA HAYE. 1894.

L'OUTILLAGE DES PORTS DE NAVIGATION INTÉRIEURE EN FRANCE

PAR

M. MONET,

Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Nancy,

ET PAR

M. DARDENNE,

Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Paris.

CHAPITRE I.

Considérations d'ensemble.

DE L'OUTILLAGE EN GÉNÉRAL.

Définition de l'outillage des ports.

L'outillage des ports de navigation intérieure comprend tous les services et organes utiles à l'exploitation, à l'exception des ouvrages qui font partie intégrante des voies.

Outillage public et outillage privé.

L'outillage d'un port peut avoir deux caractères bien distincts. Il peut être public ou privé :

Il est dit public lorsque son détenteur est tenu de le mettre à la disposition du public moyennant des conditions déterminées, autrement dit lorsqu'il est à l'usage de tous, et cela, d'ailleurs, quel que soit le détenteur de l'outillage : État, Communes, personnes morales, sociétés ou particuliers, soumis à un cahier des charges.

L'outillage est au contraire privé lorsqu'il est destiné à desservir des besoins particuliers, qu'il soit entièrement établi sur domaine privé, ou

sur le domaine public de la voie navigable en vertu d'autorisations spéciales.

L'outillage privé, ou autorisé à titre privé, peut dans certains cas jouer le rôle d'outillage public par suite d'une entente entre l'exploitant et les tiers ; mais cette circonstance ne saurait évidemment lui conférer le caractère public, au sens précis et défini qu'il convient de donner à ce mot.

Transports des voyageurs et transports des marchandises.

Les voies navigables peuvent servir au transport, soit des voyageurs, soit des marchandises.

Les mouvements des voyageurs nécessitent, sur les ports, des outillages spéciaux et d'une nature toute particulière ; mais les outillages en question se rattachent à l'exploitation de la voie navigable plutôt qu'à l'exploitation proprement dite des ports. Il n'en sera pas question dans la présente Note. Nous nous bornerons à nous occuper de l'outillage afférent au transport des marchandises, c. à. d. aux transports commerciaux et industriels.

En quoi consiste l'outillage d'un port.

Un port comporte par lui-même certains ouvrages nécessaires à l'exploitation qui font partie intégrante de la voie navigable et complètent l'instrument de transport mis à la disposition du public. Tels sont les bassins et les murs de quai, ainsi que leurs dépendances immobilières ou mobilières, les voies d'accès, les terre-pleins, les organes d'amarrage le matériel et les services employés à la conservation, à l'entretien et au fonctionnement des ouvrages et des dépendances de la voie, &c. &c. Tous ces organes et services, qui ont fait l'objet de discussions et résolutions aux Congrès de Manchester et de Paris, ne sauraient être confondus avec l'outillage proprement dit.

L'outillage du port comprend tout le mécanisme, matériel ou services, organisés en vue d'une utilisation rationnelle et productive de l'instrument-port lui-même.

Pour fixer les idées par une énumération qui ne doit d'ailleurs pas être considérée comme ayant un caractère limitatif, nous signalerons comme constituant les éléments *principaux* de l'outillage :

1^o les *voies ferrées* établies, soit pour faciliter les mouvements des marchandises sur le port, soit pour relier celui-ci à une ligne de chemin de fer, ou bien encore à un établissement industriel ou commercial ;

2^o les *abris et magasins*, construits soit sur les terre-pleins même du port, soit aux abords, en vue de faciliter le remisage temporaire des marchandises de toute nature, leur triage, leur division, leur concentration, leur livraison ou leur réexpédition et, à titre éventuel, leur séjour en entrepôt (1).

(1) Aux *abris et magasins* se rattachent : 1^o les *abris* proprement dits qui sont exclu-

3° les *engins* de toute nature à prévoir en vue de la manutention, plus facile ou plus rapide, des marchandises et des colis, appointements spéciaux, grues fixes ou mobiles de tous systèmes, monte-charges, élévateurs, trémies, basculeurs pour déchargement automatique des véhicules (1).

Distinction entre les ports privés et les ports publics au point de vue de l'outillage.

Nous avons dit qu'il convenait de distinguer, sur les ports en général, l'outillage public et l'outillage privé.

Les ports se divisent de leur côté en ports publics et ports privés, suivant qu'ils sont affectés à l'usage de tous et font partie intégrante de la voie navigable, ou suivant qu'il s'agit d'installations créées, pour leur usage propre, par des particuliers.

L'outillage que l'on rencontre sur les ports privés a lui-même un caractère privé, il n'est pas appelé, en général, à être mis à la disposition du public, si ce n'est éventuellement et à titre tout à fait accessoire.

Sur les ports publics, c'est l'outillage public qui doit normalement prédominer. L'existence et le fonctionnement des installations d'outillage privé doivent y être subordonnés à des règles spéciales et à toutes les restrictions indispensables pour sauvegarder l'intérêt général et éviter l'accaparement d'une partie du domaine public au profit d'intérêts particuliers.

Par suite, sans qu'il y ait corrélation absolue entre l'outillage privé et l'outillage public d'une part et les ports privés et publics d'autre part, on voit que l'outillage des deux catégories de ports répond, dans tous les cas, à des besoins distincts. On peut constater en effet qu'il présente généralement des caractères très différents. Dans une étude d'ensemble de l'outillage des ports, on se trouve donc naturellement conduit à examiner séparément les ports publics et les ports privés.

En France, sur la plupart des voies navigables à grande fréquentation les transports industriels représentent, en l'état actuel des choses, la plus grosse partie du trafic. Les établissements intéressés ont été, en général, conduits à installer pour leur propre usage des ports privés qui, dans un grand nombre de cas, ont été pourvus d'un outillage très complet et très puissant. Sur les ports publics au contraire, l'outillage, soit par suite de

sivement destinés à protéger les marchandises, au cours des opérations de groupement et de conditionnement, lors du débarquement ou de l'embarquement; 2° les *hangars* ou *magasins*, dans lesquels les marchandises sont déposées et séjournent plus ou moins longtemps, avant d'être embarquées, ou après le débarquement; 3° les *entrepôts* ou *magasins généraux*.

(1) Il convient de consacrer une mention spéciale aux engins de force qui sont indispensables pour la manutention des pièces et colis de poids ou de dimensions exceptionnelles non susceptibles d'être embarqués ou débarqués sans le secours des dits engins.

l'insuffisance du trafic, soit par suite d'un défaut d'initiative des intéressés, est demeuré nul, ou peu s'en faut.

Par le fait, la question de l'outillage des ports privés se trouve partout bien plus près d'être résolue que celle de l'outillage des ports publics: nous commencerons donc par dire quelques mots des premiers, et nous n'aborderons qu'ensuite les seconds, sur lesquels nous aurons à nous étendre plus longuement.

DE L'OUTILLAGE SUR LES PORTS PRIVÉS.

Régime.

Sur les ports privés, industriels ou commerciaux, les intéressés sont libres d'installer leur outillage et leurs services à leur propre convenance, 1° lorsque l'emploi de cet outillage est compatible avec les règlements de police et n'est pas de nature à compromettre la conservation du domaine public, la liberté de la circulation, la sécurité et la rapidité de l'exploitation; 2° lorsqu'il n'est pas nécessaire d'occuper privativement le domaine public, ou d'en modifier l'assiette.

Pour l'outillage, comme pour l'aménagement du port lui-même, cette double condition n'est pas toujours remplie: une autorisation est alors nécessaire pour l'établissement des ouvrages à implanter sur la voie navigable, ou ses dépendances.

Bien que ces occupations privatives soient contraires aux règlements généraux, on peut avoir avantage à les tolérer, en prenant les précautions convenables; mais ces dérogations aux règlements sont autorisées à titre précaire et moyennant redevance; en outre les autorisations sont subordonnées aux conditions voulues pour sauvegarder l'intérêt général et notamment pour assurer la liberté et la sécurité de la circulation, tant dans le chenal navigable que sur les chemins de halage. Dans les limites et sous les réserves définies par l'arrêté d'autorisation, le permissionnaire reste maître de disposer son outillage comme il l'entend.

Au point de vue des prescriptions imposées dans l'intérêt public, il y a lieu de distinguer deux situations différentes, suivant que le port est formé d'un ou plusieurs bassins, communiquant avec la voie d'eau, ou suivant qu'il consiste en un simple élargissement du chenal navigable. Dans la 1^{re} hypothèse, le puits de raccordement avec la voie navigable occupe seul, le plus souvent, les dépendances du domaine public; le permissionnaire peut donc utiliser, comme il l'entend, les rives des bassins, qui constituent une propriété privée. Dans le second cas, au contraire, les quais ou rives d'accostage se trouvent presque toujours bordées tout au moins par un chemin de halage ou de contre halage qui doit rester praticable; d'où certaines sujétions imposées aux dispositions de l'outillage et dont il doit être tenu compte.

Nature et fonctionnement de l'outillage.

Le but final de tout outillage consiste, d'une part à augmenter le rendement du port, et d'autre part à réduire au minimum les frais de main-d'œuvre. Dans ce double ordre d'idées, les conditions essentielles et générales que l'outillage doit remplir sont les suivantes:

a. Pour les débarquements, prendre les matériaux ou marchandises dans les bateaux et les charger directement sur les véhicules qui doivent les conduire, soit au lieu même d'emploi, soit en dépôt, les emplacements affectés à ces dépôts étant d'ailleurs convenablement choisis.

b. Pour les embarquements, prendre autant que possible les matériaux ou marchandises au point de production ou de fabrication, et les faire passer directement des véhicules de transport dans les bateaux.

Ces conditions sont réalisées plus ou moins complètement dans les différents ports, au moyen d'engins et de procédés, qui diffèrent à l'infini, suivant la nature de l'établissement ou de l'industrie considérée, suivant la nature des matières chargées ou déchargées, enfin suivant la distance du port aux lieux de dépôt ou de provenance.

Pour les déchargements, l'engin de manutention le plus généralement employé est la grue à bras, à vapeur, à eau comprimée, ou à l'électricité. L'engin est tantôt fixe, tantôt mobile sur une voie parallèle au quai.

Pour les matériaux menus, manipulables à la pelle, on a souvent recours à l'emploi de bennes que l'on descend dans les bateaux et qui une fois chargées, peuvent être placées sur des trucs.

Lorsque les emplacements consacrés aux dépôts le permettent, il convient de donner aux flèches des grues une amplitude suffisante pour permettre le déchargement direct des bennes. Dans certains cas on a intérêt à substituer aux grues des appareils divers, tels que treuils sur estacades, élévateurs, transporteurs funiculaires, etc.

Le mode de transport le plus usuel est la voie ferrée, voie étroite pour les transports au moyen des wagonnets et des bennes, voies larges et wagons ordinaires pour les transports importants à grandes distances.

Il est impossible de fixer, d'une manière générale, aucune règle relativement à la position que la grue doit occuper par rapport aux voies de chargement et aux voies de garage complémentaires que comportent la plupart des installations bien conditionnées. De même le nombre des voies de chargement et de garage varie suivant les besoins.

Pour les embarquements, on emploie en général les mêmes procédés que pour les débarquements, notamment lorsque l'on a à manutentionner des pièces lourdes, marchandises ou colis, qui doivent être manœuvrées avec précaution. Mais, bien souvent aussi, pour les matériaux ou produits qui ne craignent ni les chocs ni les chutes, on simplifie l'opération en faisant usage de véhicules culbuteurs. Grâce à l'installation d'estacades ou de quais convenablement appropriés, le contenu des véhicules est déversé dans les

bateaux, soit directement, soit avec l'intermédiaire de trémies; dans ce dernier cas on dispose les trémies de façon à amortir la chute et à réduire, dans la mesure nécessaire, les pulvérisations.

De même que pour les débarquements, la disposition donnée aux voies ferrées varie suivant les ports et ne permet de formuler aucune conclusion.

La plupart des industriels, qui possèdent des ports privés sur des voies vavigables, sont également raccordés, d'autre part, avec les Compagnies de chemins de fer; mais le plus souvent les deux modes de transport sont indépendants l'un de l'autre. Seuls, certains entrepôts commerciaux possèdent des voies disposées en vue des transbordements de la voie d'eau à la voie de fer, ou inversement; mais les installations de ce genre ressortent plutôt des ports publics que des ports privés; nous aurons à en reparler plus loin.

Les ports privés qui sont situés à très grande distance des usines qu'ils desservent, et qui leur sont reliés par une voie ferrée, constituent d'autre part de véritables ports de transbordement, analogues à ceux que nous aurons à examiner ultérieurement. Nous nous bornons également à les mentionner pour mémoire.

L'économie de l'outillage des ports privés est, avant tout, caractérisée par la solidarité qui doit exister entre les manutentions proprement dites du port et les mouvements des matériaux à l'intérieur de l'établissement. Les dispositions adoptées dans chaque cas ont pour but essentiel de supprimer autant que possible les reprises multiples, d'élever les matériaux ou de les descendre aux niveaux commandés par les exigences des exploitations, etc. La plupart des éléments de l'outillage sont par suite subordonnés à des considérations d'espèces qui rendent, sinon impossible, du moins extrêmement difficile toute comparaison des résultats obtenus sur différents points par tel ou tel système. Certaines considérations spéciales peuvent même amener telles ou telles usines à renoncer au bénéfice que procureraient des installations plus rationnelles en apparence. A l'appui de cette observation nous citerons la Compagnie des Mines de Blanzy, qui n'a pas jugé jusqu'ici qu'elle eût intérêt à outiller son port de Montceau-les-Mines; les 400.000 tonnes de charbon embarquées annuellement sur ce port sont en presque totalité manutentionnées à bras d'hommes, sans le secours d'engins perfectionnés. De même le port de Bois-Bretoux, qui dessert l'usine du Creusot, est loin de posséder un outillage en rapport avec les 250000 tonnes qui y sont manutentionnées annuellement; ce port est muni de 15 grues roulantes et de 6 grues fixes; mais la plupart de ces engins, de construction ancienne, sont mus à bras d'hommes; une notable partie des marchandises, au lieu d'être directement transbordées du wagon au bateau, ou inversement, sont préalablement mises en dépôt et reprises sans le secours des grues (1).

(1) Voir le Plan du Port du Bois Bretoux (Planche V).

L'ensemble des ports de Montluçon, qui comprennent notamment le port particulier de la Société de Commentry-Fourchambault et sur lesquels le tonnage total a dépassé 600 000 tonnes en 1892 et 458 000 tonnes en 1893, (dont plus de 200 000 tonnes de houille), ne comportent également qu'un outillage relativement restreint; la moitié environ du tonnage total est manutentionnée à bras d'hommes.

En définitive, on est fondé à dire que, pour les ports particuliers, les conditions d'espèce prédominent en matière d'outillage et s'opposent à toute comparaison, ainsi qu'à toute conclusion un peu générale.

Dans ces conditions, nous avons cru devoir nous contenter de chercher à montrer comment ont été, ou peuvent être résolus, suivant les circonstances, les divers problèmes qui se rattachent à la question de l'outillage des ports privés. Dans ce but il nous a paru utile de donner une description sommaire de quelques unes des installations de cette nature, qui existent sur le réseau des voies navigables françaises et qui, tant par l'importance du trafic qu'elles desservent que par l'agencement des systèmes appliqués, nous ont semblé mériter une mention spéciale. On trouvera ci-après (Chap. 2) un exposé sommaire:

A. de l'outillage d'embarquement des houilles sur les principaux rivages des bassins du Nord et du Pas-de-Calais;

B. des installations du port de Montceau-les-Mines (Compagnie des Mines de Blanzy);

C. de l'outillage du port qui dessert les forges et hauts-fourneaux de Mar-naval (Haute-Marne), et de celui du port des hauts-fourneaux et fonderies de Neuves-Maisons (Meurthe et Moselle Canal de l'Est); puis de l'outillage des ports exploités par la Société de St Gobain à Chauny (Oise), ainsi que du port créé par M. DARBLAY (papeteries d'Essonne) aux Bas-Vignons, près Corbeil.

DE L'OUTILLAGE SUR LES PORTS PUBLICS.

Régime.

Un port public doit, en principe ainsi que nous l'avons dit, rester affecté à l'usage de tous, sans privilège pour qui que ce soit. En règle générale, l'outillage des ports publics devrait donc être exclusivement public. Il y a cependant, même sur le réseau des voies navigables françaises, d'assez nombreuses exceptions à cette règle.

Il a en effet été reconnu, dans certains cas, qu'il n'y avait pas lieu d'empêcher les particuliers, et notamment les établissements riverains, d'établir un outillage privé ou droit des ports, pourvu que la création de cet outillage ne compromette pas l'intérêt général, et ne se traduise pas par un monopole de fait. Les autorisations correspondantes sont toujours précaires et révocables. Il est formellement spécifié que le per-

missionnaire ne jouit d'aucun privilège pour le stationnement de ses bateaux, au droit même du quai ou du rivage outillé par ses soins.

L'administration exige que les chemins de service restent libres; l'ensemble des terre-pleins, sauf les emplacements nécessairement occupés par les supports des engins, doivent être exclusivement consacrés à la manutention des marchandises en provenance ou à destination de la voie navigable; leur utilisation demeure subordonnée à l'observation des règlements de police existants ou à intervenir.

En principe, pour les outillages publics, qui ne sont pas installés par l'Etat, l'Administration française exige actuellement qu'ils fassent l'objet d'une concession autorisée par un décret rendu, en la forme des règlements d'administration publique, après enquête (1). Les cahiers des charges applicables à ces concessions fixent également les tarifs maxima moyennant lesquels les engins doivent être mis à la disposition du public.

Nous devons ajouter que cette règle n'a pas toujours été appliquée d'une manière absolue. Il existe sur notre réseau navigable un assez grand nombre d'installations autorisées par de simples permissions de voirie, les dites permissions se bornant à prévoir que les engins seront mis à la disposition du public moyennant telles et telles redevances maxima, quelquefois même moyennant l'application des tarifs locaux.

En l'état actuel de la réglementation, ces clauses ne présentent pas toujours une sanction pratique suffisante; le contrôle de l'administration demeure plus ou moins incertain. Toutefois le caractère *révocable* des permissions justifie cette aliénation partielle des droits de l'Etat ou des communes. Les services qu'elles peuvent être appelées à rendre militent également en leur faveur. Il y a lieu de tenir compte de ce fait que, dans bien des cas, ces installations pourraient être appelées à disparaître au détriment de l'intérêt général lui-même, si leur maintien était subordonné à l'accomplissement de formalités trop compliquées. En somme ces outillages sont généralement utiles à tout le monde: aux détenteurs d'une part, parce qu'ils réduisent les frais de manutention, et au public d'autre part, parce qu'ils assurent un dégagement plus rapide et une meilleure utilisation des terre-pleins du port (2).

Développement restreint de l'outillage public.

Jusqu'à présent, l'outillage en général, et plus spécialement l'outillage public, sont relativement fort peu développés sur les ports publics français. En somme, l'outillage existant est pour ainsi dire nul.

(1) Consulter à ce sujet le Traité des eaux de M. A. PICARD, Tome III, Titre IV, Chap. XI.

(2) Exemples: Engins divers pour manutentions de marchandises spéciales particulièrement abondantes sur certains ports. Emplacements pour hangars concédés par voie d'adjudication sur des terre-pleins notoirement plus vastes que ne le comporte le trafic normal du port.

Voies ferrées. Les voies de raccordement avec les lignes de chemins de fer sont peu nombreuses. Les unes ont été établies par l'État lors de la construction de la voie ferrée et de la voie navigable, puis englobées ou non dans la rétrocession ultérieure de la ligne à une Compagnie. Les quelques voies qui font encore partie du domaine public fluvial constituent actuellement le seul outillage d'État existant sur les ports. D'autres ont été imposées dans la concession même des voies ferrées; d'autres enfin ont été concédées, soit à des Compagnies d'intérêt général ou local sur leur demande, soit à des concessionnaires indépendants.

En cas de concession, les voies ferrées de raccordements sont assimilées à des lignes de tramways; leur établissement est autorisé dans les mêmes conditions et moyennant l'accomplissement des mêmes formalités. Les cahiers des charges actuels des grandes Compagnies ne permettent pas d'ailleurs de leur imposer de nouveaux raccordements avec les voies navigables, sans l'intervention d'une concession spéciale.

Sur les raccordements qu'elles détiennent, les Compagnies livrent en général les wagons aux particuliers aux mêmes conditions que dans les gares ordinaires de leur réseau. Comme dans ces gares, elles se réservent la manutention de telles et telles marchandises et laissent aux intéressés le soin de charger ou décharger certaines autres, le tout d'après des tarifs généraux qui n'ont aucunement prévu les conditions spéciales qui pourraient, dans bien des cas, favoriser les transbordements.

Dans la majeure partie des cas les tarifs spéciaux, qui seraient de nature à favoriser, ou même à rendre possibles les opérations commerciales, ne s'étendent pas aux gares de raccordement.

Lorsque les compagnies ne détiennent pas les raccordements, les wagons sont livrés au point de soudure (sauf conventions autres d'exploitation), et les transports peuvent alors être grevés de taxes de passage de réseau à réseau, qui limitent forcément le développement des ports.

Les ports publics raccordés avec les voies ferrées sont du reste fort peu nombreux en France. Alors que le développement total des voies navigables dépasse 12000 Kilomètres, le nombre de ces raccordements est inférieur à 70. Pour la plupart d'ailleurs, ils accusent un tonnage de transbordement à peu près nul; les tarifs élevés que maintiennent intentionnellement les Compagnies de chemins de fer, l'absence à peu près complète d'engins de manutention, souvent même l'état d'entretien défectueux de la gare d'eau (notamment quand la dite gare d'eau appartient à la Compagnie) s'opposent à tout développement du trafic.

Les divers ports de Paris ne comprennent eux mêmes que des installations absolument rudimentaires. Le raccordement de Javel donne lieu cependant à un certain trafic, bien que la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, qui l'a installé et qui l'exploite, fasse payer un supplément de traction de fr. 0,30 par tonne. Le raccordement de Conflans (magasins généraux du port de Bercy) est exploité par un particulier qui dispose

d'ailleurs de 2 grues pour les opérations de transbordement de la voie de fer à la voie d'eau et qui perçoit fr. 1,50 à fr. 2,00 par tonne, tant pour l'usage de la voie de raccordement que pour les frais de manutention.

A la gare d'eau des Docks de Saint-Ouen, qui est reliée aux voies du chemin de fer du Nord, la Société des Docks fait payer en moyenne fr. 1,50 par tonne, tant pour l'usage de la gare-d'eau (fr. 0,30) que pour les frais de manutention.

Sur le réseau des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée il existe une vingtaine de ports raccordés aux voies ferrées, dont deux au moins auraient pu prendre quelque développement, (Givors et Lyon-Perrache) si la Compagnie P. L. M. n'avait abandonné l'entretien de ses gares d'eau. Les frais sont d'ailleurs excessifs à Lyon-Perrache outre un droit fixe de fr. 10 et un droit de séjour de fr. 0,50 à 1,00 par jour qui frappent les bateaux, la marchandise est grevée d'une taxe d'embranchement de fr. 0,12. Ajoutons que la gare proprement dite n'est pas ouverte au transport de toutes les marchandises, et ne reçoit que celles en provenance ou à destination du Bourbonnais et de la direction de Cette.

A Dijon, St Jean de Losue, Besançon, Chagny, le régime des voies de raccordement est moins prohibitif, bien qu'il comporte encore une taxe de fr. 1,00 (ou de fr. 0,50) dans chaque sens, et par wagon chargé. A Roanne, au contraire, la Compagnie paralyse, depuis de nombreuses années, l'extension du port, grâce à l'élévation des tarifs, qui varient de fr. 0,10 à 0,75 pour les marchandises manutentionnées directement par les intéressés et atteignent fr. 0,80 et 1,20 quand la Compagnie se charge de la manutention.

Sur le réseau de la Compagnie d'Orléans, qui a moins à redouter la concurrence de la navigation, le régime des ports de raccordement (peu nombreux d'ailleurs) est plus satisfaisant. Mais là encore l'insuffisance de l'outillage se fait vivement sentir. La gare d'eau exploitée par la Compagnie à Montluçon accuse toutefois un tonnage de plus de 50000 tonnes.

Sur le réseau de la Compagnie du Nord il existe 10 ports publics raccordés aux voies ferrées; aucun d'eux n'est outillé et ne mérite une mention spéciale.

Nous pourrions en dire autant des 14 ports publics, reliés au réseau des chemins de fer de l'Est. Une partie d'entre eux appartiennent au Canal de la Marne au Rhin. Leur régime sera indiqué plus loin (Voir Chap. III.)

Abris et Magasins. Les installations de cette nature n'ont également qu'une importance très restreinte sur les voies navigables de France.

Sur aucun point il n'a été installé d'abris disposés en vue de protéger la marchandise contre les intempéries, au débarquement ou à l'embarquement, au cours des opérations de conditionnement ou de groupage.

Comme *hangars*, on ne trouve que ceux établis par la Ville de Paris sur le bassin de la Villette (largeur 12 superficie totale 9100 m. carrés), ou

ceux construits sur quelques ports de grandes lignes par diverses Compagnies de transports fluviaux (Compagnie Havre-Paris-Lyon-Méditerranée; PAVOT frères, etc.).

Ces dernières installations rendent de réels services, malgré leur caractère *privé*; pour la plupart elles existent en vertu d'autorisations précaires et révocables et rentrent dans la catégorie des installations temporaires dont nous avons parlé plus haut. Elles consistent en général en de simples magasins en bois, sans étages, de dimensions variables, suivant l'importance du trafic (1).

Dans quelques cas les Compagnies de transports disposent, à proximité de la voie fluviale, de magasins-entrepôts, construits en dehors du domaine public. Nous pouvons citer en particulier les magasins de MM. PAVOT frères, à Valenciennes; le bâtiment comprend un sous sol, un rez-de-chaussées et deux étages, qui occupent un terrain de 300 m². La même maison dispose à Lille d'un magasin de 1500 m². loué aux Docks et Entrepôts de Lille.

Le plus souvent ces entrepôts appartiennent à des Compagnies spéciales qui les exploitent comme „Magasins généraux”. Les installations de ce genre sont d'ailleurs en nombre fort restreint. Nous ne voyons à citer que les installations du bassin de la Villette (Paris) qui appartiennent à la Compagnie des Magasins et Entrepôts généraux (2), et d'autre part les Entrepôts de la gare d'eau de Lyon-Vaise; de Lille, Tergnier, Nancy, Gray, Montargis. Il n'y a pas lieu du reste d'insister sur ces établissements, qui ont un caractère privé, et dont les relations avec le public ne sont pas réglementées.

Quelques uns d'entre eux (Lyon-Vaise, Nancy, Gray) sont raccordés d'autre part avec des lignes de chemin de fer. On y trouve en général des voies spéciales, disposées en vue des transbordements directs de la voie ferrée à la voie d'eau, mais nous devons ajouter que les traités qui lient ces établissements et les Compagnies de chemins de fer sont loin d'être conçus de manière à favoriser *ces opérations* de transbordement.

Engins de manutention.

Sur les ports publics il n'existe qu'un très petit nombre d'engins de manutention ayant un caractère absolument public.

(1) A titre d'exemple, nous signalerons que les hangars établis à Dijon par la Compagnie H. P. L. M. sont au nombre de deux, et ont une superficie totale de 500 m². environ. La superficie des hangars de Joigny et de Commerce est de 270 m².; à Orléans Chalons ^s/Saone, Macon, elle est de 160 m². environ, etc.

M. M. PAVOT frères disposent à Compiègne, Chauny, St Quentin, Cambrai, Douai, de magasins qui ont respectivement une surface de 70, 150, 300, 350, 500 m².

(2) Pour ordre nous mentionnerons également à Paris les Entrepôts spécialement consacrés aux vins, qui sont installés à proximité de la voie fluviale (Halle aux vins; Entrepôts de Bercy) ainsi que les installations créées à Conflans par la Compagnie des Magasins généraux du port de Bercy. En outre nous signalerons que la Société des Magasins généraux de Paris a construit des Magasins à proximité de la Seine (quai de la Gare).

Les Docks ou Entrepôts privés, voisins des ports, disposent, pour leur usage particulier, d'engins, grues ou outillages spéciaux, autorisés à titre temporaire, précaire et révocable. Les Compagnies de transports possèdent également une, quelquefois 2 ou 3, grues, de 1 à 3 tonnes en général, qui desservent à peu près exclusivement leurs magasins ou leurs bateaux.

Hors de là, on ne trouve que sur un petit nombre de points quelques engins insolés, susceptibles d'être mis à la disposition du public.

Les ports les plus importants eux-mêmes n'ont qu'un outillage absolument insuffisant: la gare d'eau de Lyon-Vaise est munie de 5 grues fixes de 1, 2 et 5 tonnes et d'une grue roulante de 2 tonnes.

A Dijon il existe 3 grues de 1, 3 et 4 tonnes. A Gray, il existe 4 grues de 6 et 10 tonnes, non compris une grue flottante de 1 tonne. A Roanne, on trouve également 4 grues de 10, 6, 1 tonne, non compris une grue flottante de 1 tonne. A Montluçon, en dehors de 2 grues particulières de 6 tonnes et des installations spéciales appartenant aux Compagnies de Commentry-Fourchambault et de Chatillon-Commentry, il n'existe qu'une grue roulante de 4 tonnes, installée sur la gare d'eau de la Compagnie d'Orléans.

Pour l'ensemble des ports de Paris, les engins de manutention comprennent:

1^o. sur la Seine: 7 grues à vapeur dont quatre de 3 à 4 tonnes qui appartiennent à la Compagnie du Gaz et ne sont point utilisées par le commerce et trois de 2 à 2,5 tonnes; 7 grues à bras de 1 à 4 tonnes et 38 grues flottantes de 1 à 5 tonnes. Dans cette énumération ne sont pas compris 5 monte-sacs appartenant à des particuliers non plus qu'une grue fixe de 30 tonnes (usine Cail) et 2 grues roulantes servant au déchargement des pierres de taille;

2^o. sur le canal S^t Martin: 8 grues de 1 à 2 tonnes et 1 grue flottante de 1 tonne, à usage public moyennant redevance, 5 grues de 6 à 15 tonnes servant à la manutention des pierres de taille et 4 tire-sacs à usage privé;

3^o. sur le bassin de la Villette: 5 grues fixes de 1 tonne à usage public et gratuit, 1 grue fixe de 1 tonne et 5 grues flottantes de 2 tonnes à usage public, moyennant redevance. (Il existe, en outre, 1 grue de 10 tonnes pour la manutention des pierres de taille, 3 grues privées de 1 tonne à 1,5 tonnes et 1 tire-sac hydraulique) L'ensemble des engins du bassin de la Villette manutentionnent environ 27 % du mouvement total, qui est supérieur à 1 060 000 tonnes;

4^o. sur le canal S^t Denis — en dehors de l'enceinte de Paris — 5 grues de 2 tonnes; 1 de 5 tonnes; 1 de 2 tonnes; 2 bigues de 20 à 35 tonnes à usage public moyennant redevance, (et 2 grues de 8 à 10 tonnes à usage privé).

Comme nous venons de le voir, les ports de Paris comportent un

nombre assez considérable de grues ou bigues puissantes, destinées à la manutention soit des pierres de taille soit des lourdes pièces métalliques. La plupart de ces engins peuvent être mis à la disposition du public.

Ces engins puissants sont rares sur le réseau des voies navigables de France; ils comprennent presque exclusivement des engins spéciaux installés par les propriétaires de carrières de pierres de taille pour l'embarquement de ces pierres.

C'est là une lacune particulièrement regrettable. On doit d'ailleurs reconnaître qu'il est difficile de compter sur l'initiative privée pour l'installation d'engins de ce genre, qui trouveraient rarement, sur un port donné, une utilisation suffisamment rémunératrice. Il semble qu'une solution pratique consisterait dans l'installation d'engins flottants qui pourraient desservir non pas seulement un port, mais les divers ports d'une même voie navigable.

Il serait d'ailleurs particulièrement désirable que ces engins fixes ou flottants fassent l'objet de concessions spéciales, réglementant les conditions moyennant lesquelles le public serait admis à en faire usage. La plupart de ceux qui sont actuellement en service n'existent qu'en vertu de simples permissions de voirie.

Pour compléter les indications générales qui précèdent, nous donnons ci-après (Chap. III), à la suite de la description de quelques ports exclusivement privés, un aperçu sommaire de l'outillage d'une voie navigable d'une certaine importance, le canal de la Marne au Rhin, tant en ce qui concerne les ports publics que les ports privés. On y trouvera des exemples des différents cas que nous avons signalés et des divers engins actuellement utilisés par la navigation, suivant la nature des marchandises à manutentionner.

Du rapport qui doit exister entre l'importance d'un port public et son outillage.

Nous avons constaté que l'outillage était nul sur les ports publics, ou tout au moins très rudimentaire. Nous avons signalé en outre qu'il possédait rarement le caractère d'outillage public.

Il convient d'apprécier les conséquences de cette lacune et de rechercher comment et dans quelle mesure on pourrait s'efforcer d'y remédier.

Est-il nécessaire, a priori, d'outiller *tous* les ports?

En quoi devrait consister l'installation à faire sur un point donné? Et par qui serait-elle payée?

Telles sont, suivant nous, les principales questions à examiner.

Les ports du réseau des voies navigables françaises présentent la diversité la plus absolue, tant au point de vue de leur utilisation normale qu'au point de vue de leur importance. Aucun d'eux, pour ainsi dire, n'est susceptible d'être exploité comme le sont, ou les ports maritimes,

ou les grands ports fluviaux de l'Allemagne et de la Hollande, en particulier. Peu d'entre eux sont appelés à recevoir un outillage comparable à ceux de ces derniers ports, qui sont de véritables ports de *pénétration*, d'importation pour ainsi dire. Ces ports fluviaux sont fréquentés par de grands bateaux qui sont, toutes proportions gardées, assimilables aux bateaux de mer pour lesquels les frais journaliers sont considérables, et qu'il est indispensable de décharger rapidement. Les marchandises destinées à toute une même région affluent en ces ports, dans des conditions comparables à celles qui caractérisent les ports de mer; comme dans les ports maritimes, elles doivent être entreposées avant d'être réexpédiées aux divers lieux de consommation; souvent même elles ne sont vendues qu'après leur arrivée au port de débarquement.

Tel n'est point, en France, le régime de la majeure partie de nos ports de navigation intérieure, qui sont, avant tout, des ports d'*expédition locale*, ou des ports de *consommation* directe. Seuls, quelques ports placés à l'origine amont d'une voie navigable ont un caractère différent, et se rattachent aux ports de *transbordement* ou de *transit*.

Le système d'exploitation de nos ports français ne peut donc être comparable à celui des ports maritimes et des grands ports fluviaux. Il ne peut plus être question, à de rares exceptions près, d'y installer le même outillage. En général il suffira d'un outillage beaucoup moins important, qui, de plus, devra être approprié, en chaque point, soit aux productions spéciales de la région, soit à la diversité même des marchandises que reçoit un port de consommation.

Cet outillage variera considérablement d'un port à un autre. Il va de soi en effet que l'on ne peut comparer, ni traiter de la même façon, tel port créé au droit d'un village et constitué par un simple élargissement de la voie navigable, et d'autre part la gare d'eau d'une agglomération importante. De même il ne peut y avoir aucune analogie entre l'outillage respectif de divers ports, appelés à desservir, qui une région agricole, qui un centre industriel, qui une carrière de pierres de taille.

On doit se garder soigneusement d'appliquer aux petits ports de canal ou de rivière, qui constituent la majeure partie de nos ports intérieurs, les règles applicables aux ports maritimes ou aux grands ports fluviaux. Si modestes qu'ils soient, les ports de canal ou de rivière méritent de ne pas être négligés; ils comportent d'utiles améliorations. Il est indispensable d'y développer l'outillage qui leur manque; mais il importe aussi d'apporter une extrême prudence dans cette œuvre de transformation.

Classification des ports, eu égard à leurs besoins.

Il faut, avant tout, se rendre un compte aussi exact que possible des besoins réels du port. Ces besoins dépendent notamment de la nature et de l'importance du trafic.

Pour pouvoir arriver à formuler des conclusions tant soit peu précises, nous avons été conduits à répartir en trois catégories les ports publics courants, établis sur canaux ou rivières :

- 1°. *Ports secondaires ou de moindre importance*, comprenant tous les garages et petits ports qu'on rencontre dans le voisinage des hameaux, villages et petites villes où n'existent ni commerce ni industrie considérables ;
- 2°. *Ports de grands centres* industriels et commerciaux et ports de grandes villes ;
- 3°. *Ports de transbordement*.

Nous allons dire quelques mots de chacune de ces 3 catégories de ports, envisagée séparément.

Ports secondaires ou de moindre importance.

Le trafic de ces ports est généralement très faible, sans qu'il y ait espoir de le voir s'accroître ; le peu de marchandises qu'on y embarque ou qu'on y débarque n'intéresse, le plus souvent qu'un nombre d'exploitants fort restreint ; la nature de ces marchandises est très limitée. Abstraction faite des matériaux lourds, tels que la pierre de taille, les bois en grume ou les grosses pièces métalliques, tous matériaux dont la manipulation nécessite des engins puissants, sous peine de les voir exclus de la voie navigable (et dont, disons le de suite, nous ne parlons pas pour le moment, parce que nous aurons à nous occuper d'eux dans un paragraphe suivant), un outillage spécial ne saurait être considéré comme nécessaire à priori. Il conviendrait même de se demander avant tout, si pour des opérations aussi restreintes que celles dont il s'agit, la simple manipulation à bras d'hommes n'est pas encore la plus économique ; la question dépend d'ailleurs d'un trop grand nombre d'éléments variables pour pouvoir être résolue par une conclusion générale. En admettant que sur certains points une ou deux grues puissent être appelées à rendre éventuellement des services, les intéressés sont en nombre assez limité pour pouvoir prendre l'initiative de leur établissement. L'intervention des pouvoirs publics soit directement, soit indirectement sous la forme de personnes morales instituées par eux, ne serait pas motivée et pourrait même être dangereuse. Pour ne citer qu'un cas il suffirait, sur tel port, de la disparition d'un négociant, ou d'un industriel voisin pour rendre improductif un engin établi moyennant une dépense assez élevée. Un développement excessif de l'outillage, sous la pression de l'opinion publique, serait aussi quelquefois à craindre ; l'amortissement ou même l'intérêt des dépenses faites ne serait pas toujours assuré.

En résumé, l'initiative privée, dans le cas qui nous occupe, nous paraît seule de nature à donner toutes garanties contre les erreurs d'appréciation ou les abus, et doit rester le régulateur naturel des dépenses à engager.

Est-ce à dire que le rôle des pouvoirs publics doive être nul, en la circonstance? absolument pas. L'initiative privée, pour agir, demande à être encouragée et surtout à ne pas être entravée. Dans cet ordre d'idées, les efforts des administrations doivent surtout tendre à simplifier les formalités qu'entraîne la délivrance des autorisations. Sans exclure de ces autorisations aucune des conditions de nature, non seulement à assurer la sécurité et la liberté de la navigation, en même temps que le libre usage des terre-pleins, mais encore à donner, s'il y a lieu, à l'outillage à créer, le caractère d'outillage public, une décentralisation sagement entendue pour la délivrance des concessions ou des permissions peut donc être considérée comme utile et désirable.

A l'initiative privée, nous le répétons, de faire ici le reste.

Ports de grands centres.

Dès qu'un port acquiert, ou est susceptible d'acquérir, une certaine importance, la situation devient différente. Les besoins d'un tel port sont multiples. On y débarque et on y embarque des marchandises variées, pour des destinations très diverses: tantôt ces marchandises sont enlevées directement; tantôt elles séjournent sur les ports; tantôt encore les négociants ou industriels ont intérêt à les diviser immédiatement, soit au départ, soit à l'arrivée, à les abriter si elles craignent les intempéries, à les entreposer pendant un certain temps, en tout ou en partie.

Pour que la prospérité du port soit assurée, il est utile qu'on y trouve des outils variés, appropriés au chargement et au déchargement, soit direct, soit avec dépôt intermédiaire sur les terre-pleins, des diverses marchandises qui constituent le trafic; des abris, des magasins et même des Docks et entrepôts pourvus d'outillages installés à la façon des outillages industriels, c. à d. propres à éviter le plus possible les manutentions intermédiaires entre les bateaux et les magasins, ou inversement.

Il est désirable également que le port et les magasins soient raccordés avec les voies ferrées, de façon à permettre les transbordements directs ou indirects, autrement dit que les entrepôts soient à la fois entrepôts pour la voie ferrée et entrepôts pour la voie navigable.

Enfin il est indispensable par-dessus tout, que les usagers connaissant exactement et d'avance toutes les taxes qu'ils auront à payer pour les différents services qui leur seront rendus.

Il résulte de là que, dans l'outillage d'un port d'une certaine importance, tout est solidaire: engins, magasins, docks, voies ferrées etc. En outre, le service et l'exploitation du port, une fois les installations faites, comporte l'organisation d'une véritable administration.

La solution du problème dans sa généralité, telle que nous venons de le définir, n'est évidemment pas possible partout mais on doit tâcher

d'en approcher le plus possible et d'en réaliser les éléments compatibles dans chaque cas avec le trafic du port.

Maintenant, quelles que soient les installations reconnues utiles, complètes ou partielles, qui les réalisera ?

Les intéressés à l'usage du port sont ici multiples ; ils changent et se renouvellent, augmentent ou diminuent constamment. L'entente directe entre eux est difficile, sinon impossible. Seuls des entrepreneurs peuvent, dans certains cas, prendre l'initiative d'opérations d'ensemble aussi complexes et aussi importantes. Mais alors surgit l'inconvénient des intermédiaires dont les bénéfices nécessaires, mais souvent exagérés, viennent grever le commerce et la navigation. L'initiative privée doit elle être exclue ? Assurément non ; mais l'intervention des pouvoirs publics (sous forme de chambres de commerce ou de navigation p. ex.), peut alors devenir utile pour agir à son défaut, supprimer les inconvénients ou empêcher les abus qui en seraient la conséquence.

Les concessions d'installations d'exploitation devront d'ailleurs être entourées de toutes les garanties voulues pour assurer leur fonctionnement au mieux des intérêts généraux qu'elles sont appelées à desservir. Elles ne sauraient dès lors être accordées que par le pouvoir central.

Engins de force pour matériaux lourds.

Nous avons dit plus haut que nous nous réservions de parler spécialement des engins indispensables pour la manutention de certains matériaux lourds. Ces matériaux, en effet, peuvent se rencontrer sur des ports quelconques, importants ou non à tous autres points de vue, même sur des ports situés en pleine campagne. Leur présence dépend de la proximité de carrières, de forêts et autres circonstances analogues, et ils peuvent aboutir en divers points échelonnés sur une voie navigable. Les appareils nécessaires pour manœuvrer ces matières sont onéreux et leur absence peut entraver d'autre part l'exploitation des richesses naturelles de toute une région. L'initiative privée reculera souvent devant l'entreprise d'installations d'engins de force tels que ceux dont nous parlons ; elle est d'ailleurs à peu près impuissante à réaliser la solution qui serait souvent la plus économique, et qui consisterait dans l'adoption d'engins mobiles, susceptibles d'être transportés sur la voie d'eau, d'un port à l'autre, pour effectuer les chargements et les déchargements. Elle ne saurait non plus en général coordonner les opérations solidaires, à faire avec les engins de cette nature souvent à de grandes distances.

Question d'importance de ports à part, l'intervention des pouvoirs publics paraît donc motivée et nécessaire pour l'établissement des engins de force, qui peuvent être utiles sur une voie navigable, ou sur l'ensemble d'un réseau de voies navigables.

Ports de transbordement.

Nous avons déjà eu l'occasion de parler d'une catégorie de ports de transbordement à propos des ports des grands centres et nous avons dit que ces ports devaient, autant que possible, être raccordés avec les voies ferrées directement et par l'intermédiaire de leurs Docks ou entrepôts.

En dehors de ces ports il est utile de multiplier les communications entre les canaux et les chemins de fer et d'établir surtout des raccords aux points où peuvent converger sur la voie d'eau les marchandises amenées par les voies de fer considérées comme affluents, de même qu'aux points où les matières en circulation sur les canaux peuvent être dispersées dans toute une région par les lignes de chemins de fer.

La question a déjà été discutée à ce point de vue aux Congrès de Manchester et de Paris et les conclusions qui ont été formulées à ces occasions ne peuvent qu'être appuyées.

En ce qui concerne la disposition et l'outillage de ces ports, on ne peut, en dehors des conditions générales déjà énoncées et applicables aux ports de transbordement comme aux autres, qu'insister sur les quelques points principaux suivants :

Des engins sont utiles pour permettre la manutention facile et à bas prix des marchandises et doivent être disposés de telle sorte qu'on puisse les faire passer directement des bateaux aux wagons et inversement, et de telle sorte en même temps qu'on puisse éventuellement faire des dépôts intermédiaires sur les terre-pleins.

Lorsque l'étendue du port le permet, une partie peut être établie en vue des transbordements directs et une autre en vue des dépôts intermédiaires. A défaut de développement en longueur, on peut réserver, entre le quai du port et la voie de transbordement, un terre-plein intermédiaire assez large pour recevoir les dépôts et placer sur ce terre-plein des engins d'une amplitude suffisante pour permettre de le franchir directement.

Une disposition qui paraît avantageuse pour la voie de transbordement consiste à la placer à un niveau tel que les plate-formes des wagons soient à la hauteur du terre-plein intermédiaire.

En toutes circonstances il est utile d'avoir à côté de la voie de transbordement proprement dite une ou plusieurs voies, mais une voie au moins pour le garage des wagons vides ; et il convient, surtout si les transbordements se font dans les deux sens et si la voie de transbordement est unique, que celle-ci soit raccordée en plusieurs points, et tout au moins par ses deux extrémités, avec les voies de manœuvres, le raccordement pouvant être réalisé soit par des aiguilles, soit par des chariots, soit par des plaques tournantes.

Au point de vue exploitation, il est désirable que les manutentions soient faites sur le port par les intéressés eux-mêmes au moyen d'outil-

lages publics, et non par les Compagnies suivant des tarifs de gare toujours onéreux. Il est désirable également que les raccordements soient établis dans des conditions légales telles que les matières transbordées ne soient pas grevées de taxes élevées par le seul fait du passage des wagons des voies de raccordement sur les voies du réseau, ou inversement.

On trouvera ci-après, dans la description de l'outillage des ports du canal de la Marne au Rhin, l'exemple de quelques ports de transbordement dont deux donnent un trafic notable bien qu'ils ne soient pas établis dans des conditions très-avantageuses.

CHAPITRE II.

Outillage des ports houillers et de divers ports industriels.

A. PORTS HOUILLERS DU NORD ET DU PAS-DE-CALAIS.

Production totale des houillères et Expéditions par eau.

Pour l'ensemble des houillères du Nord et du Pas-de-Calais, les expéditions par eau atteignent presque le tiers de la production totale. Celle-ci, qui était de 12 430 000 tonnes en 1889, a sensiblement atteint 14 500 000 en 1892. Les expéditions par eau s'élevaient à 4 100 000 tonnes en 1889; elles ont dépassé 4 400 000 tonnes en 1892.

Chacune des Compagnies houillères a été conduite à se préoccuper tout particulièrement des installations nécessaires pour assurer dans de bonnes conditions l'expédition de ses charbons par eau.

Toutes les compagnies importantes disposent aujourd'hui d'un ou de plusieurs ports, spécialement outillés à cet effet; les 17 fosses de la Compagnie d'Anzin sont reliées à 4 ports distincts.

Le tableau ci-dessous donne, pour chacune des Compagnies, la production totale et les expéditions par eau, afférentes à l'année 1892.

Compagnies houillères.	PORTS D'EMBARQUEMENT.		Production en 1892.	Expéditions par eau en 1892.
	Bassin du Pas-de-Calais.			
	Noyelles Godault	Gare d'eau à l'extrémité d'un embranche- ment communiquant avec la haute Deule	T.	T.
Dourges	Courcelles	Rivage sur la haute Deule	616 000	154 000
	Harnes	Rivage sur le canal de Lens	1 398 000	647 000
Courrières.	Vendin	Gare d'eau et rivage sur la haute Deule	2 102 000	693 000
Lens & Douvrin . .	Violaines	Gare d'eau sur le canal d'Aire	1 118 000	420 000
Béthune (Bully Grinai)	Beuvry	Gare d'eau à l'extrémité de l'embranchement de Beuvry, canal d'Aire	1 038 000	437 000
Nœux	Béthune	Gare d'eau sur le canal d'Aire	918 000	395 000
Bruay	Annezin (Béthune)	id.	695 000	249 000
Marles	Isbergues	id.	223 000	49 000
Ferfax	Eleu	Gare d'eau à l'extrémité du canal de Lens	700 000	169 000
Lievin	Meurchin	Gare d'eau et rivage sur la haute Deule	278 000	71 000
Meurohin	Courrières	Rivage sur le canal de la Souchez ou de Lens	203 000	24 000
Cervin	Pont à Vendin	Rivage public sur le canal de la haute Deule	296 000	53 000
Drocourt			250 000	41 000
Compagnies diverses .				
	Total pour le bassin du Pas-de-Calais		9 835 000	3 445 000

Compagnies houillères.	PORTS D'EMBARQUEMENT.		Production en 1892.	Expéditions par eau en 1892.
		Total pour le bassin du Pas-de-Calais	T. 9 835 000	T. 3 445 000
		Bassin du Nord.		
	Vieux Condé	Rivage sur le Bas Escaut.		155 000
	Thiers	Rivage sur le moyen Escaut		40 000
Anzin		Rivages de l'Enclus sur le moyen Escaut.	2 718 000	
	Denain	Gare du bras usinier de Denain (Moyen Escaut).		416 000
Aniche	Gayant	Rivage sur la Scarpe moyenne.	798 000	129 000
Escarpelle	Dorignies	Rivage sur la haute Deule	432 000	84 000
Douchy	Lourches	Rivage sur le moyen Escaut.	328 000	91 000
Vicoigne	St Amand	Rivage sur la Scarpe inférieure	105 000	15 000
	Thivencelle	Rivage sur le canal de Mons-Condé		9 000
Fresnes-Midi	Fresnes	Rivage sur le bras mont d'Escaupon (Moyen-Escaut)	132 000	34 000
Compagnies diverses			150 000	pr mémoire.
		Total pour le bassin du Nord.	4 663 000	973 000
		Ensemble pour les deux bassins	14 498 000	4 418 000

DESCRIPTION SOMMAIRE DES PORTS D'EMBARQUEMENT.

(Voir Planche I). La majeure partie des ports importants comprennent une gare d'eau, en communication avec la rivière ou le canal. Cependant un certain nombre de ports sont installés sur les rives de la carpe inférieure, de l'Escaut ou des divers canaux de la région du Nord. Nous citerons notamment en ne signalant que ceux desservant un tonnage d'au moins 40 000 tonnes :

le rivage de Harnes (Compagnie de Courrières) sur le canal de la Souchez (1) (Canal de Lens); les rivages de Dorignies (Compagnie de l'Escarpelle) sur le canal de la haute Deule; le rivage de Gayani (Compagnie d'Aniche) sur la Scarpe moyenne; le port de Vieux Condé (Compagnie d'Anzin) sur la rive droite du Bas-Escaut et le rivage de Lourches (Compagnie de Douchy) sur la rive gauche du moyen Escaut.

La Compagnie des mines de Drocourt embarque ses charbons au port public de Pont à Vendin.

(1) Encore convient-il de remarquer que le port de Harnes correspondait autrefois à la partie extrême d'un embranchement particulier, de 3 kilomètres de longueur, que la Compagnie de Courrières avait construit pour ses besoins particuliers. Cet embranchement dit Canal de la Souchez, a été prolongé en 1889, sous le nom de Canal de Lens, jusqu'au port d'Eleu; (rivage des mines de Liévin).

Pour l'installation de son port de Fresnes, la Compagnie des mines de Fresnes-Midi utilise le bras mort d'Escaupont.

Le rivage d'Eleu (Mines de Liévin) correspond à la partie extrême du canal de Lens, (prolongement de l'ancien canal de la Souchez.

Les ports de Noyelles-Godault (Mines de Dourges) et de Beuvry (Mines de Nœux), comprennent chacun une gare d'eau installée au fond d'un embranchement particulier; ces embranchements ont respectivement 440 mètres et 2600 mètres de longueur.

Quant aux gares d'eau proprement dites, elles sont, suivant les cas, parallèles, obliques ou perpendiculaires au canal, ou à la voie navigable.

Les gares d'eau de Vendin (Mines de Lens) et de Violaines (Compagnie des mines de Béthune; concession de Bully-Grenay) comprennent un bassin parallèle ou sensiblement parallèle au canal.

Les deux gares d'eau de Béthune et d'Annezin (Mines de Bruay et Mines de Marles) présentent une très grande obliquité par rapport au canal; les axes des deux gares rencontrent l'axe du canal sous un angle d'environ 35°. (1)

Enfin la gare d'eau de Meurchin (Compagnie de Meurchin), et celle d'Isbergues (qui dessert les mines de Ferfay d'une part et d'autre part celles d'Auchy-au-Bois et Fléchinelle), sont disposées perpendiculairement au canal.

De même les trois gares d'eau que comporte le bras usinier de Denain sont perpendiculaires au Vieil Escaut; deux de ces gares sont utilisées à peu près exclusivement par la Compagnie des charbonnages d'Anzin.

Ports installés sur l'une des rives de la voie navigable.

Au droit du rivage de Harnes, le canal de la Souchez présente au plafond une largeur de 15 à 23 mètres, alors qu'en aval la section normale du canal n'est que de 8 m. De même, en amont, le canal de Lens, qui forme prolongement du canal de la Souchez, n'a qu'une largeur de 11 mètres au plafond. La Compagnie de Courrières n'utilise que la rive droite du canal; la rive gauche, côté du halage, est complètement dégagée, de manière à permettre le passage des bateaux. Le rivage a une longueur totale de 840 mètres: il comprend un mur de quai de 400 mètres de longueur et de 3 m. de hauteur au-dessus du plan d'eau, sur lequel sont installés deux appareils d'embarquement — puis un appontement en charpente de 150 m. de longueur, desservi par 3 grues qui servent à la manutention du gros charbon; enfin un talus à 3 pour 2, au droit duquel se débarquent les perches.

(1) Pour mémoire nous devons en outre mentionner la gare d'eau, d'importance réduite d'ailleurs, que la Compagnie de l'Escarpelle a créée et qu'elle utilise concurremment avec les deux rivages dont elle dispose le long de la Deule.

La Haute-Deule et la Scarpe moyenne ont une largeur normale de 10 mètres au plafond. Au droit du principal rivage de la Compagnie de l'Escarpelle, à Dorignies, on dispose d'une largeur totale de 22 m. grâce à la création d'un port public, établi aux frais de l'État, sur la rive opposée du canal. Au droit du port de Gayant, la largeur de la Scarpe a été portée à 16 m. au plafond ; cet élargissement, constituant garage, a été exécuté en 1882, aux frais de l'État, il était d'ailleurs motivé par la proximité d'un pont-tournant, en amont duquel les bateaux sont fréquemment obligés de stationner. La largeur au plafond atteint 19 m. sur la longueur correspondant au mur de quai construit par la Compagnie pour l'embarquement de ses charbons.

Le port public de Pont-à-Vendin correspond à un élargissement du Canal de la Deule (17 m. au plafond) sur 300 m. de longueur.

La Compagnie de Drocourt n'occupe en général que la longueur nécessaire à un bateau.

Gares d'eau proprement dites.

Au droit du rivage d'Eleu, la compagnie de Liévin a construit une gare d'eau de 22,50 m. de largeur, sur une longueur de 268 m., bordée par des murs de quai en briques et à l'origine de laquelle on a ménagé un bassin d'évitement. Les murs de quai présentent une revanche de 1 m. par rapport au plan d'eau, sauf au droit de l'appareil de chargement, où le mur présente, sur une longueur de 118,50 m., une hauteur de 5,20 m. au-dessus du plan d'eau.

La gare d'eau de Dourges a sur 100 m. de longueur, une largeur de 22 m. Les murs de quai, qui bordent les deux rives, présentent une hauteur de 3 m. au-dessus du plan d'eau. La Compagnie y a installé trois trémies d'embarquement. En amont et en aval de l'origine de l'embranchement (440 m.) qui dessert la gare, le canal de la Haute-Deule n'a que sa largeur normale de 10 m. ; mais on projette un élargissement à 16 m. sur environ 1 Km. de développement, de manière à faciliter le stationnement des bateaux, pleins ou vides ; ce travail serait exécuté à frais communs par l'État et par la Compagnie des mines de Dourges.

La gare d'eau de Beuvry, à l'extrémité de l'embranchement du même nom (qui a été construit, ainsi que la gare proprement dite, aux frais de la Compagnie des mines de Nœux (comporte un bassin de 220 m., de longueur sur 18 m. de largeur, à l'origine duquel se trouve ménagé un bassin d'évitement ; la gare d'eau est bordée, sur l'une de ses rives, par un mur de quai de 150 m. de longueur qui comporte deux trémies de chargement et sur la rive opposée par un quai de 200 mètres de longueur, consacré plus spécialement à l'embarquement des briquettes. Le

port se prolonge, en deçà des limites de la gare d'eau, sur 320 m. de longueur, au droit du dépôt de charbons et de perches (chargements et déchargements à bras d'hommes).

La gare d'eau de Vendin (Mines de Lens) présentait à l'origine une largeur de 18 m. que l'on a portée à 32 m. en 1890.

La Compagnie des mines de Lens a en même temps porté à 360 mètres la longueur du bassin, à l'intérieur duquel se trouve comprise la gare d'évitement. L'une des rives du bassin comporte un mur de quai de 275 m. de longueur, le long duquel sont installées 47 glissières accolées; ce mur dépasse de 5,85 m. la côté du plan d'eau. Sur l'autre rive du bassin un quai bas, dont le couronnement est à 1,50 m. seulement au-dessus du plan d'eau, est utilisé pour l'embarquement des gros charbons, et partiellement pour le déchargement des perches. Sur une longueur totale de 1800 mètres, aux abords du débouché de la gare dans le canal, la largeur de la Deule a été portée à 16 m. La Compagnie est intervenue partiellement dans le paiement de la dépense correspondante. L'exécution de ce garage s'imposait non seulement à cause du stationnement des bateaux attendant leur tour, mais encore parce que la Compagnie de Lens utilise la berge du canal pour une partie de ses chargements et déchargements. Les fours à coke, en particulier, sont installés sur la rive du canal.

La gare d'eau de Violaines (Compagnie des mines de Béthune) est constituée par un bassin de 320 m. de longueur sur 22,50 m. de largeur; un bassin d'évitement a été ménagé au droit du pertuis de communication avec le canal. L'une des rives comporte un quai haut (8,80 au-dessus du plan d'eau) sur lequel sont placés les deux trémies de chargement. L'autre rive est particulièrement consacrée au débarquement des perches, et dessert d'autre part des fours à coke, alimentés par des charbons provenant des fosses de la compagnie.

La gare d'eau, établie par la Compagnie de Bruay sur le territoire de la commune de Béthune, comporte un bassin de 350 mètres de longueur sur 25 m. de largeur, bordé sur ses deux rives par des murs de quai, qui présentent une hauteur de 2,50 à 3,00 par rapport au plan d'eau, et qui sont desservis par 4 basculeurs, avec trémies d'embarquement.

Un avant-port, de 240 m. de longueur (12 m. de largeur au plafond) s'étend entre la gare d'eau proprement dite et le bassin d'évitement ménagé à la jonction avec le canal. Les rives de cet avant-port ne comportent que des talus, au droit desquels s'opère le déchargement des perches.

La gare d'eau d'Annezin (près Béthune), qui appartient à la Compagnie des mines de Marles, a 337 m. de longueur sur 22,50 m. de largeur; un

bassin d'évitement a été ménagé à la jonction avec le canal. L'une des rives est bordée par un mur de quai qui s'élève à 6,10 m. au dessus du plan d'eau, et sur lequel sont installés deux culbuteurs avec trémies ; au droit des trémies le couronnement du quai est à 8,30 m. au-dessus du plan d'eau. Le quai de la rive opposée ne présente qu'une surélévation de 0,60 m. par rapport au plan d'eau et sert au déchargement des perches.

Les gares d'eau de Meurchin et d'Isbergues (Compagnies de Meurchin et de Ferfay) sont beaucoup moins importantes que les précédentes. La première ne comporte qu'un bassin de 190 mètres de longueur sur 40 mètres de largeur ; sur l'une des rives sont disposées 6 trémies accolées, identiques à celles de la Compagnie de Lens. On ne peut charger à la fois plus d'un bateau. Sur la rive opposée, un quai de 40 m. de longueur est utilisé par les charbons chargés au panier.

La gare d'eau d'Isbergues comporte deux quais parallèles de 170 m. de longueur, espacés de 22,20 m., dont le couronnement est à 2,40 m. au-dessus du plan d'eau.

Quant aux gares d'eau du bras usinier de Denain, elles ont respectivement 210 m., 380 m. et 250 m. de longueur, sur 22 m., 42 m. et 16 m. de largeur. Les deux dernières sont plus spécialement utilisées par la Compagnie des charbonnages d'Anzin pour l'embarquement de ses charbons. Les quais qui les bordent, sur tout leur développement, comportent comme outillage un mélangeur, un basculeur pour wagons de 10 tonnes et 3 grues fixes de 5 tonnes.

OUTILLAGE DES PORTS.

Voies ferrées.

Les rivages des diverses compagnies houillères sont reliés aux fosses par des voies ferrées, qui sont, en général, à largeur normale de 1,44 m.

En outre de la voie ferrée bord à quai, sur laquelle sont amenés les wagons pour les opérations d'embarquement, toutes les gares d'eau comportent soit une ou deux voies parallèles servant au garage des wagons chargés ou des wagons vides, soit des voies complémentaires desservant les terre-pleins appelés à recevoir des charbons mis provisoirement en dépôt, soit un faisceau de voies de triage. Grâce à ces voies de triage, les wagons sont expédiés par les fosses dans un ordre quelconque et sans qu'on ait à tenir compte, pour la formation des trains, de la qualité ou de la grosseur du charbon. Le classement se fait, lorsque les wagons sont arrivés au rivage, suivant la nature des expéditions à faire.

La disposition de l'ensemble des voies varie considérablement d'un rivage à un autre, sans qu'il soit possible de formuler à cet égard aucune

règle. Il suffira de se reporter aux plans des rivages, qui sont annexés à la présente Note, pour juger de la variété des solutions admises par les diverses compagnies (Planche 1).

De même l'importance des embarquements directs, ou des dépôts que l'on a éventuellement à faire sur le rivage même, varie suivant les dimensions des terre-pleins dont les Compagnies disposent aux abords de leurs rivages. Les rivages de Denain, Harnes, Beuvry, Béthune (Bruay) comportent notamment d'importantes surfaces consacrées à ces mises en dépôt. La Compagnie de Bruay en particulier a installé pour assurer la conservation du charbon mis en dépôt, un magasin couvert qui peut recevoir 20 000 tonnes.

Les voies ferrées des quais, y compris les voies de triage, sont généralement disposées en palier. Toutefois les voies de triage du rivage de Violaines (Compagnie des Mines de Béthune) et du rivage d'Annezin (Mines de Marles) présentent la pente nécessaire pour que la manœuvre et le classement des wagons s'effectuent avec le moins de frais possible, à l'aide de la gravité. La voie qui dessert les trémies d'embarquement présente elle-même, dans quelques cas, une légère pente qui facilite la manœuvre des wagons. On a adopté au rivage de Béthune (mines de Bruay) une pente qui atteint 0,008 p. m. au droit des appareils d'embarquement et va ensuite en diminuant de manière à être réduite à 0,003 à l'extrémité du garage; la pente est de 7 millimètres au rivage de Violaines. Sur le rivage de Denain les wagons sont amenés au basculeur au moyen d'un plan incliné à une voie dont la pente est de 0,08 environ p. m.; la traction par câble est assurée par un monte-ur fixe.

Au rivage d'Annezin (Mines de Marles) les voies sont établies avec une rampe de 0,0033 m. à leur entrée sur les terre-pleins du rivage jusqu'au droit du premier culbuteur; sur la longueur de 110 m. qui sépare les deux culbuteurs, la pente des voies est portée à 0,0055 m.; au-delà, sur une longueur de 410 m. la rampe est de 0,0088 m. Les wagons chargés, après avoir été refoulés à l'extrémité de la gare, redescendent en vertu de la pente des voies, soit vers les voies de garage, soit vers les voies bord à quai qui servent à l'embarquement des charbons.

ENGINS DE MANUTENTION.

Les grandes exploitations houillères ont été conduites à rechercher des moyens mécaniques permettant d'embarquer rapidement de grandes quantités de charbons; il importait en outre de réduire au minimum la main-d'œuvre et d'autre part, de briser le moins possible le charbon.

Cette dernière considération oblige en général les compagnies à consacrer exclusivement les engins mécaniques à l'embarquement des fines et des charbons tout venants; les gailleteries et les gros charbons sont embarqués à l'aide de brouettes ou de paniers.

Grues.

Le chargement ou moyen de grues est aujourd'hui peu utilisé.

Nous devons signaler toutefois que la Compagnie de Douchy possède, sur son port de Louches, 2 grues à vapeur qui peuvent charger 600 tonnes en 12 heures; (grue fixe de 3,5 tonnes et grue roulante de 5 tonnes.

La Compagnie d'Anzin a installé, pour le service de son rivage de Vieux-Condé, 2 grues à vapeur de 3 tonnes.

Aux garages de Denain, la majeure partie des charbons sont embarqués au moyen d'un basculeur et d'un mélangeur, dont il sera parlé plus loin; mais on dispose également de 3 grues fixes à vapeur, de 5 tonnes, qui peuvent chacune charger en 10 heures un bateau de 300 tonnes; ces grues comportent deux bras équilibrés de longueur égale; l'un de ces bras vient prendre une caisse contenant 10 à 15 hectolitres de charbon, pendant que l'autre verse dans le bateau le contenu d'une caisse semblable.

Au rivage de Harnes, la Compagnie de Courrières utilise, outre deux trémies trois grues Chrétien, qui servent spécialement pour les charbons gailleteux et qui peuvent chacune manutentionner 300 tonnes en 10 heures. Le charbon arrive des fosses sur des wagons plate-formes qui portent 8 caisses en bois, à fond mobile, d'une capacité d'une tonne; les grues enlèvent successivement chacune des caisses et les déversent dans les bateaux.

Trémies.

La majeure partie des embarquements de charbon est faite à l'aide de glissières fixes, ou trémies, plus ou moins perfectionnées, au droit desquelles sont amenés les wagons (1).

Au rivage d'Isbergues les Compagnies de Ferfay et d'Anchy au Bois se bornent à décharger à la pelle des wagons de 10 tonnes que l'on pousse à bras au droit des 6 glissières.

Sur le rivage de Gayant, la Compagnie d'Aniche a installé 2 trémies à la partie supérieure d'un appontement de 7 m. de hauteur; le charbon est amené dans des wagonnets de 1 tonne, qu'une grue à vapeur élève à la partie haute de l'appontement et culbute directement dans les trémies.

Les Compagnies d'Otticourt, d'une part, et d'autre part de Thivencelle et Fresnes-Midi se sont contentées d'appontements de moindre importance qui portent les trémies et sur lesquelles arrivent des wagonnets de 4 tonnes, basculant à bras à l'aide d'une manivelle.

(1) Dans deux cas seulement, on a substitué aux glissières fixes des glissières déplaçables qui sont portées par des wagons-plateformes. Cette solution a été adoptée par la Compagnie de Carvin, (rivage de Courrières), qui se contente d'ailleurs de décharger à la pelle, dans les trémies, des wagons de 10 tonnes, du type normal, et par la Compagnie de l'Escarpelle et Courcelles (rivage du Dornignies) qui emploie des wagonnets de 4 tonnes, en arrière desquels se déplace un treuil mobile, porté lui-même par un wagon-plateforme et servant au basculement des wagons.

ENGINS DE MANUTENTION DES RIVAGES LES PLUS IMPORTANTS.

Pour les rivages comportant un outillage plus important, nous avons à examiner les dispositions adoptées :

- 1^o pour les quais et les glissières;
- 2^o pour le basculement des wagons; (1)
- 3^o pour le déplacement des wagons (et éventuellement des bateaux).

Trémies et basculeurs.

(Voir Planches II, III, et IV).

Les glissières se ramènent à 2 types principaux :

- a. trémies fixes prolongées par une glissière mobile équilibrée installée sur un quai haut (Compagnie de Lens (2), de Liévin et de Marles);
- b. trémies installées sur un quai bas (Compagnie d'Anzin, de Courrières, de Nœux, de Bruay et de Dourges).

Pour le basculement des wagons, les diverses dispositions adoptées peuvent également se ramener à deux cas.

1^o basculeurs pour wagons de 10 tonnes; (Compagnie d'Anzin; rivages de Denain et de la fosse Thiers, de Bruay, de Béthune et de Marles);

2^o wagons à caisses basculantes, le basculement des caisses étant obtenu à l'aide d'une chaîne actionnée soit par le piston d'un cylindre porté par la locomotive de manœuvre (locomotive porte-grue de la Compagnie de Lens) soit par le piston d'un cylindre à vapeur vertical appartenant à une machinerie fixe (Compagnie de Liévin, de Courrières); soit par une grue fixe, manœuvrée à bras (Compagnies de Nœux et de Dourges).

Déplacement des wagons.

La Compagnie de Lens a installé, le long du quai spécial d'embarquement, 47 trémies accolées, dont la longueur est exactement celle d'un wagon, de sorte que l'un des wagons étant bien placé en regard de sa trémie, le train entier peut être culbuté sans déplacement nouveau des wagons.

Partout ailleurs, les trémies ou les culbuteurs sont en nombre limité; on trouve un seul engin de transbordement sur les rivages de Denain et de la Fosse Thiers (Compagnie d'Anzin), sur le rivage d'Eleu (mines de Liévin). Les mines de Nœux, Béthune, Courrières et Marles en ont installé deux sur leurs rivages de Beuvry, Violaines, Harnes et Annezin.

(1) Pour mémoire, nous devons mentionner qu'une partie des charbons de la Compagnie d'Anzin sont embarqués directement à l'aide d'un mélangeur (gare d'eau du bras usinier de Denain) et d'autre part au sortir d'un criblage à vapeur, installé au rivage de l'Enclos.

(2) Les installations de la Compagnie de Meurchin sont identiques à celles de la Compagnie de Lens; l'importance donnée à l'outillage est seule différente.

Les Compagnies de Dourges et de Bruay disposent respectivement de 3 trémies et de 4 culbuteurs. Dans ces conditions on est obligé d'amener successivement chacun des wagons du train au droit de la trémie ou du culbuteur. Comme nous l'avons vu, un certain nombre de Compagnies ont donné une pente longitudinale plus ou moins prononcée à la voie bord à quai; les wagons peuvent être facilement déplacés à bras d'hommes; cette solution a été adoptée par la Compagnie d'Anzin (rivage de Denain) par les mines de Béthune, de Bruay, de Marles et de Dourges. Sur le rivage de Beuvry (mines de Nœux) les wagons sont manœuvrés à l'aide de chevaux, les mines de Liévin, Courrières ont recours à un petit treuil à vapeur, installé dans le bâtiment qui contient les appareils servant au basculement des caisses des wagons; les 20 wagons qui composent chaque rame sont enserrés par deux câbles, qui s'enroulent en sens inverse sur le tambour du treuil; un levier de chargement de marche permet de faire avancer ou reculer à volonté l'ensemble du train.

Déplacement du bateau.

Grâce à l'existence des trémies accolées que comporte le rivage de Vendin (Mines de Lens) on n'a pas à se préoccuper du déplacement des bateaux; le marinier et les hommes qui repellent le charbon font les manœuvres avec la plus grande facilité. Il n'en est pas de même sur les autres ports, pour lesquels une seule trémie sert au remplissage de tout le bateau. Il se produit, de ce fait, une perte de temps assez sensible, et une légère augmentation de frais de main-d'œuvre.

Afin d'y remédier les Compagnies de Courrières et de Béthune ont installé un système de touage à peu près identique, dont le détail figure sur le dessin relatif à l'installation des mines de Béthune. (Voir Planche IV).

On a disposé le long de la paroi du mur de quai une chaîne sans fin, actionnée par une machine à vapeur spéciale et supportée d'une part par des galets de roulement, et d'autre part par des tourets de commande, qui comprennent trois poulies folles montées sur le même arbre, la poulie médiane à empreintes, qui reçoit le mouvement de la chaîne, tourne constamment dans le même sens; deux écrous en bronze, portés par l'arbre commun, permettent de déplacer simultanément les deux poulies latérales, qui s'éloignent ou se rapprochent de la poulie médiane, avec laquelle elles peuvent s'embrayer par friction simple, sur chacune des polies latérales on enroule, dans le même sens, une amarre dont le bout libre est attaché à chacune des extrémités du bateau; — suivant que les deux poulies latérales sont débrayées (position moyenne), ou que l'une ou l'autre fait corps avec la poulie médiane, ou passe de la position de repos au mouvement d'avancement, — ou de recul —, du bateau.

La Compagnie de Marles a également établi un système de touage, qui se compose d'un tambour sur lequel s'enroule un câble sans fin, en

acier, de 0,02 m. de diamètre; ce câble vient longer le mur de quai à la hauteur du bateau; pour obtenir le déplacement du bateau il suffit de le relier momentanément par une amarre à l'un ou l'autre des deux brins du câble sans fin.

(Voir Planches II, III, IV). Les dessins de détails des trémies, des appareils de basculement et des basculeurs, qui sont annexés à la présente Note, complètent les indications sommaires qui viennent d'être données sur les installations appartenant aux diverses compagnies houillères. Le cadre restreint de notre Note ne nous permettait pas d'y rattacher une description détaillée de chacune d'elles (1).

Il nous a paru préférable de les grouper, comme nous l'avons fait, de manière à en faire ressortir à la fois, non seulement les dispositions d'ensemble, mais encore et surtout les analogies et les différences les plus caractéristiques.

Nous nous bornerons à décrire sommairement le mélangeur qui fonctionne sur le rivage de Denain (Compagnie d'Anzin) et sert à l'embarquement direct des charbons. L'appareil se compose de 2 norias montées en opposition, en modifiant le nombre des godets et la vitesse, on peut obtenir diverses compositions. Les norias sont desservies, à leur base, par des trémies dans lesquelles les charbons, amenés par wagon, sont déversés soit à la main soit mécaniquement. Les charbons une fois remontés sont repris par une toile sans fin et déversés dans une trémie de 10 tonnes intercalée entre le mélangeur et le bateau.

Comparaison des divers Systèmes d'outillage.

Chacun des divers systèmes d'outillage a ses avantages et ses inconvénients respectifs.

Les trémies accolées, adoptées par la Compagnie de Lens permettent de charger un ou plusieurs bateaux en un temps très court. Elles réduisent d'autre part le temps pendant lequel les wagons stationnent sur le quai d'embarquement; il y a donc, de ce fait économie de matériel roulant. En outre elles permettent de simplifier et même de supprimer, à peu près complètement, les opérations que nécessite le triage préalable des wagons. En revanche les frais de premier établissement sont beaucoup plus élevés; il importe d'ailleurs de signaler que deux trémies fixes convenablement outillées suffisent à une manutention journalière de 3000 tonnes.

(1) Le guide-programme officiel du Ve Congrès international de Navigation intérieure contient une description détaillée des rivages de Vendin (Mines de Lens) de Béthune (Mines de Bruay), et d'Annezin (près Béthune), (Mines de Marles) et de leur outillage. On y trouvera des renseignements intéressants sur les trémies accolées de la Compagnie de Lens, sur les trémies fixes avec glissières mobiles, installées sur quais hauts, sur les basculeurs de MM. FOUGERAT et TAZA-VILLAIN, etc. etc.

Les trémies fixes, avec glissières mobiles, installées sur quais hauts, qui forment le complément de l'aménagement du quai de la Compagnie de Lens, paraissent réaliser une solution préférable à celle des quais bas; elles ont été adoptées sur tous les rivages récemment outillés (Mines de Liévin, et de Marles). Nous estimons d'autre part qu'il y a intérêt à donner aux voies de service une pente suffisante pour faciliter la manœuvre des wagons pleins ou vides. Il peut y avoir intérêt également à faciliter le déplacement des bateaux, grâce à l'adoption d'un système de touage, qui doit d'ailleurs être aussi simple que possible.

En revanche nous ne croyons pas pouvoir nous prononcer entre les divers systèmes adoptés pour le basculement des wagons. En 1885 la Compagnie des Mines de Liévin a donné la préférence au système des wagons à caisses basculantes, avec machinerie fixe spéciale; elle a sacrifié le léger avantage (mobilité de l'appareil de levage) qu'entraîne l'emploi des locomotives porte grues de la Compagnie de Lens; d'autre part, elle n'a pas cru devoir adopter les basculeurs. Au contraire, la Compagnie de Marles a adopté en 1889 un basculeur dont elle est très satisfaite et dont le mouvement est réglé et modéré par l'action combinée d'un pendule différentiel et d'un frein hydraulique. Nous croyons utile d'ajouter (Voir Planche IV) que la Compagnie des Mines d'Anzin, qui dispose, il est vrai, d'un basculeur moins perfectionné, tend à abandonner ce mode de chargement, auquel elle reproche d'entraîner une grave détérioration du matériel, au retour du berceau; elle estime qu'il y a intérêt à rendre le berceau fixe et à employer des wagons à caisse basculante; suivant elle cette modification permet de réduire à 3 minutes (au lieu de 5) le temps nécessaire par wagon (1).

Capacité quotidienne de chargement, et durée de chargement d'une péniche de 270—300 tonnes sur les divers rivages.

Toutes les installations appartenant aux diverses compagnies houillères sont, en fait, largement conçues et suffiraient à assurer un tonnage notablement supérieur au tonnage actuel.

Le tableau ci-après donne pour les plus importantes d'entre elles la capacité quotidienne de chargement, soit par appareil, soit pour l'ensemble du rivage, et d'autre part le temps nécessaire pour charger un bateau de 270 à 300 tonnes (temps minimum et durée normale sur laquelle on doit compter dans les conditions moyennes.

(1) En fait, le rivage d'Annezin, avec le basculeur de M. MALISSARD-TEZA, la durée d'une opération semble susceptible d'être ramenée à 4 minutes, par wagon, et même, au besoin à 3 minutes.

Compagnies.	Rivage d'embarquement principal.	Nature et nombre des engins.	Capacité normale de chargement par journée de 10 heures.		Durée de chargement d'un bateau de 270 à 300 tonnes.		Observations.
			par appareil	pour l'ensemble du port.	Temps minimum.	Durée normale.	
Dourges .	Noyelles	3 trémies	T. 350	T. 1050	6 heures	9 heures	
Courrières .	Harnes	2 trémies	1000	2900	2 h.	3 h.	
		3 grues	300		"	5 h. (1)	(1) Avec emploi simultané de 2 grues.
Lens . . .	Vendin	47 trémies accolées	"	3500	3/4 h. à 1 h.		Le quai permet de charger simultanément 6 bateaux.
Béthune .	Violaines	2 trémies	1250	2500	1 h. 1/2	2 h. 1/2	
Nœux . .	Beuvry	2 trémies	1100	2200 (2)	2 h.	2h. 1/2 à 3h.	(2) Non compris les charbons et briquettes, chargés à la manne et la main.
Bruay . .	Béthune	4 basculeurs	1000 (3)	4000	1 h. 1/2	3 h.	(3) La capacité quotidienne pourrait atteindre, d'après M. FOUQUART 1500 ton.; on aurait obtenu jusqu'à 300 tonnes par heure.
Marles . .	Annezin	2 basculeurs	1300	2600	1 h. 1/2	2 h. 1/2	(4) On a ménagé l'emplacement d'une 3e trémie, afin de pouvoir doubler ultérieurement l'importance des expéditions.
Liévin . .	Eleu	1 trémie (4)	1250	1250	1 h. 1/2	2 h. 1/2	
	Denain.	1 basculeur	900	2300 (5)	2 h.	3 h. 1/2	(5) Non compris 600 T. de briquettes de gailleties chargées à la manne ou par plan incliné.
		1 mélangeur	500				
		3 grues	300			10 h.	
Anzin . .	l'Enelos	1 orilage	400	400			
	Fosse Thiers	1 basculeur	pas de renseignements.				
	Vieux Condé	2 grues					
Aniche . .	Gayant	"		500		6 h.	
Douchy . .	Lourches	2 grues	275	550 (6)		11 h.	(6) Non compris le coke qui est chargé à bras.

Manutention des gros charbons, des gailleties et des cokes.

Les engins mécaniques de chargement ne peuvent, d'une manière générale, être utilisés pour les gros charbons, qu'ils brisent plus ou moins. La plupart des compagnies houillères n'ont donc pu renoncer intégralement à l'emploi d'un outillage moins brutal, ou même aux manipulations à bras d'hommes.

Nous avons vu que les Compagnies d'Anzin, de Courrières, utilisaient, outre leurs basculeurs et leurs trémies, des grues à vapeur; ces grues sont utilisées pour l'embarquement des petites gailleties ainsi que des cokes. Pour les gailleties on a conservé l'emploi de la manne. Les briquettes enfin sont embarquées à l'aide de plans inclinés.

De même la Compagnie de Lens dispose de grues à vapeur, au droit de ses fours à coke. La Compagnie de Douchy, qui transforme en coke la majeure partie de ses produits, préfère même ne pas utiliser ses grues pour cette manutention et charger les cokes à bras. Il en est de même pour la Compagnie des mines de Nœux.

D'une manière absolument générale, les gailleteries proprement dites sont chargées à bras ainsi que les briquettes. Dans ce cas on peut chiffrer comme suit la durée minima de chargement d'un bateau de 300 tonnes.

Coke, gailletins et gailleteries	30 heures.
Briquettes	7 id.

Pour les déchargements à bras (charbon, brai, perches) on compte en général 20, 25 et 30 heures pour un bateau de 300 tonnes.

Coût de premier établissement de diverses installations.

A titre de renseignement nous croyons intéressant de mentionner le coût de premier établissement d'un certain nombre des gares d'eau qui font l'objet de la présente Note.

L'outillage de rivage de Beuvry (gare d'eau non comprise) est revenu à 280 000 tonnes.

La Compagnie des mines de Béthune a dépensé près d'un million pour sa gare d'eau de Violaines, y compris l'outillage et les voies de triage.

Pour son rivage d'Eleu la Compagnie des mines de Liévin a dépensé à peu près 410 000 fr., de 1885 à 1888.

L'installation du rivage de la Compagnie de Marles, qui date de 1889, est revenue à 1 060 000 fr.

Personnel occupé sur les divers rivages.

Le personnel occupé sur les ports varie suivant l'importance des installations. Il est intéressant toutefois de comparer tout au moins le personnel qu'exige, suivant les cas, le fonctionnement d'une trémie, d'un basculeur, ou des grues.

Au rivage de Harnes (mines de Courrières) le service de chacune des 2 trémies exige 6 hommes, dont 1 à la trémie, 1 à l'appareil de basculement, 1 pour la manœuvre des wagons et 3 (marinier non compris) pour le repellage du charbon dans le bateau ; en outre 1 mécanicien est chargé de conduire la machine spéciale actionnant la chaîne de touage. D'autre part, le service des grues (en général on n'utilise simultanément que 2 des 3 grues) exige d'une part 4 hommes par engin dont 2 sur la grue, 1 ouvrier chargé d'accrocher les bennes et 1 homme dans le bateau pour ouvrir et fermer les caisses, et d'autre part un cheval et son conducteur pour la manœuvre des wagons et 2 repelleurs dans le bateau, soit en tout 11 hommes et 1 cheval. Il faut d'ailleurs ajouter à ce personnel le chef du rivage, qui a 3 employés sous ses ordres.

Au rivage de Vendin, la Compagnie de Lens occupe normalement, outre le chef de rivage et 3 employés qui lui sont adjoints, 1 mécanicien et 1 chauffeur sur la locomotive-grue, 2 accrocheurs et 1 nettoyeur de wagons, 4

hommes pour la manœuvre des trémies (vannes et glissières mobiles) enfin 9 repelleurs dans les bateaux.

Au rivage de Violaines, le personnel comprend 9 mécaniciens et manœuvres pour chaque trémie, dont 3 hommes au basculeur et à la manœuvre des wagons, 1 à la trémie, et 5 hommes sur le bateau dont l'un qui dirige le chargement et règle le touage, les 4 autres s'occupant exclusivement du repellage.

Au rivage de Beuvry, le service de chacune des trémies occupe 8 hommes et 2 chevaux. Pour charger à bras en 30 heures un bateau de coke, gailletins ou gailleteries, on compte en moyenne une équipe de 16, 20 et 28 hommes.

Au rivage de la Compagnie de Bruay on compte en moyenne 10 hommes par appareil et par bateau, dont 2 à la trémie, 2 à la manœuvre des wagons pleins et vides, et 6 dans le bateau. En outre il convient de mentionner le mécanicien chargé de la machinerie hydraulique ainsi que le chef de rivage et le personnel du bureau.

Au rivage d'Annezin, le personnel que la Compagnie de Marles emploie à la manutention (1 seule trémie est en général en service) comporte 11 hommes dont 4 à la trémie (2 pour la manœuvre des appareils et 2 pour la manœuvre des wagons) et 7 repelleurs dans le bateau.

Au rivage des Mines de Liévin, le personnel se réduit à 6 hommes, mais ne comprend que 3 repelleurs; les 3 autres ouvriers sont chargés de la conduite de la machinerie, de l'accrochage des wagons et de la manœuvre de la trémie.

Enfin, si l'on tient compte d'une part de l'importance relative des expéditions faites sur chacun des rivages, d'autre part de ce que les repelleurs sont en général laissés à la charge du marinier (auquel on retient à cet effet fr. 0,03 par tonne) on voit que les frais de main-d'œuvre ne doivent pas varier dans de fortes proportions d'un rivage à l'autre.

Prix de revient de la tonne embarquée.

Il est difficile d'obtenir, en ce qui concerne le prix de revient total des manutentions, des renseignements précis et réellement comparables. Suivant que les compagnies tiennent compte plus ou moins largement de tel ou tel élément constitutif des prix de revient (repellage du charbon dans les bateaux, manutention des wagons entre la fosse et le rivage, entretien des voies, de la machinerie, de la gare d'eau, faux frais divers &c.), elles arrivent forcément à des chiffres assez différents. Nous estimons toutefois que l'on peut, en moyenne, compter sur un prix moyen de 0,10 à 0,12 fr. tous frais compris, moins l'amortissement.

Dans une Notice, dressée par M. VIOLA, ingénieur-directeur des Mines de Liévin, nous relevons un prix de revient de 0,0415 à la tonne embar-

quée, qui s'applique à une expédition annuelle totale de près de 130 000 tonnes, et qui se répartirait comme suit :

Dépenses de main-d'œuvre et dragages	fr. 0,0213
Fournitures des magasins et charbons	" 0,0072
Entretien du matériel et frais divers	" 0,0130

M. VIOLA ajoute d'ailleurs que les dépenses resteraient sensiblement les mêmes, alors que le tonnage augmenterait et qu'on pourrait en conséquence atteindre et maintenir un prix de 0,02 par tonne embarquée.

La Compagnie des Mines de Marles nous a de son côté fourni des chiffres assez analogues, qui se rapportent à l'exercice 1893, et qui pour un tonnage annuel de 240 000 tonnes, donnent un prix de revient moyen de 0,052, se décomposant comme suit :

Manutention proprement dite et manœuvre de wagons	fr. 0,0158
Entretien des appareils et consommations diverses	" 0,0078
Frais généraux, surveillance et Divers	" 0,0316

Mais nous devons ajouter que ces chiffres ne comprennent pas les frais de repelage dans le bateau, que l'on fait payer par le marinier, et pour lesquels on lui retient 0,03 par tonne. Le prix réel ressortirait donc à fr. 0,07 ou fr. 0,085.

La Compagnie de Lens, évalue également à fr. 0,06, dont 0,03 pour le repelage, le prix moyen de la tonne embarquée mécaniquement.

La Compagnie des Mines de Dourges accuse, pour frais de main-d'œuvre seulement, un chiffre de fr. 0,068 par tonne embarquée.

Le prix de revient total que nous a indiqué la Compagnie de Béthune est un peu supérieur à ceux indiqués par les Mines de Liévin et de Marles. Le prix ressortirait à fr. 0,1249, se subdivisant de la manière suivante :

Embarquement proprement dit (personel, y compris repelleurs)	fr. 0,0440
Faux frais divers se rattachant à l'embarquement du charbon (surveillance et pesage des wagons, mécaniciens de la chaîne de touage, consommations diverses, surplus de main-d'œuvre pour le criblé et le gros)	" 0,0094
Entretien et frais généraux, non compris amortissement, entretien de la gare d'eau, dragages, entretien des bâtiments, personnel de la gare d'eau, manœuvres sur les voies de triage, éclairage, allocation de charbon aux ouvriers, etc.)	" 0,0715

Le détail même des articles compris dans ce prix élémentaire de 0,0715 semble justifier l'écart existant entre le chiffre global de 0,1249 et ceux de 0,070 et 0,085 accusés par les Compagnies de Liévin et de Marles. Il est probable que ces dernières n'ont pas compris dans leur prix de revient toutes les dépenses ci-dessus mentionnées et les ont partiellement rattachées au compte général d'exploitation des fosses.

Nous avons dit plus haut que la Compagnie des Mines de Marles évaluait à fr. 0,0552 le prix de revient de la tonne embarquée, pour l'exercice 1893, et que sa gare d'eau datait de 1889. Avant l'installation de son nouveau rivage, le prix de revient atteignait fr. 0,4458. Ce prix applicable aux 152 000 tonnes expédiées en 1887, se répartissait comme suit :

Chargement en bateaux, à bras d'hommes	fr. 0,3672
Entretien des appareils et consommations diverses	" 0,0892
Frais généraux	" 0,0394

La Compagnie des Mines de Drocourt, qui ne dispose d'aucun outillage et embarque ses charbons à la brouette, sur le rivage public de Pont-à-Vendin, dépense pour frais de main-d'œuvre, fr. 0,24 par tonne.

B. PORT DE MONTCEAU-LES-MINES.

(COMPAGNIE DES MINES DE BLANZY).

En regard des installations qui ont été créées par les compagnies houillères du Nord et du Pas-de-Calais, il est intéressant de placer l'outillage beaucoup plus restreint du port de Montceau-les-Mines, sur lequel la Compagnie des Mines de Blanz y expédie annuellement par la voie fluviale, 400 000 tonnes de charbon.

Ce port est caractérisé précisément par la prédominance absolue des opérations à bras d'hommes, qui représentent plus des $\frac{5}{6}$ du tonnage total du port.

Le port particulier de la Compagnie des Mines de Blanz y, à Montceau-les-Mines, est situé sur le Canal du Centre. Il comprend une gare d'eau de 520 mètres de longueur sur 18 mètres de largeur, parallèle à la voie navigable. La gare d'eau débouche dans le canal au droit d'un large bassin public de 300 m. de longueur, qui sert de garage pour les bateaux vides et chargés.

Il est desservi par des voies ferrées, à largeur normale, qui se raccordent au réseau général des voies de la Compagnie de Blanz y ; les terre-pleins sont en outre sillonnés par une multitude de voies étroites qui pénètrent dans toutes les parties des usines.

Le plan annexé à la présente Note. (Voir planche VI) donne en gros la direction générale de ces voies ferrées dont le détail très complexe ne présente pas d'intérêt au point de vue qui nous occupe.

La plupart des houillères du Pas-de-Calais et du Nord opèrent le triage et le criblage des charbons à la sortie même de la fosse, sur le carreau de la mine. La Compagnie de Blanz y, au contraire, a concentré à proximité du port la majeure partie de ses installations générales, qui comprennent notamment l'usine centrale de production d'air comprimé, trois criblages, les usines à briquettes, &c. Toutes ces installations s'étendent au droit de l'une des rives de la gare; la rive opposée est consacrée à des dépôts de charbon. Leur situation est indiquée sur le plan.

Les rives de la gare d'eau sont constituées par des murs de quai bas, qui ne présentent qu'une revanche d'environ 0,80 m. par rapport au plan d'eau moyen.

L'outillage proprement dit du port comprend :

1°. les voies ferrées, à largeur normale et à voie étroite, mentionnées plus haut ;

2°. les criblages, où les charbons sont chargés, soit dans des wagonnets de deux hectolitres, qui sont immédiatement dirigés vers des appontements munis de trémies et embarqués directement, tantôt dans des wagons de 25 hectolitres, qui peuvent être dirigés soit vers les lieux de dépôts, soit vers une trémie verticale installée sur l'un des deux ponts qui franchit le bassin, tantôt vers une estacade spéciale d'embarquement de 40 mètres de longueur, indiquée en G sur le plan ;

3°. les appontements avec trémies, que nous venons de mentionner, et au droit desquels les wagonnets de 2 hectolitres se vident par simple basculement ;

4°. la trémie verticale et l'estacade d'embarquement, également mentionnées ci-dessus ;

5°. une batterie d'engins spéciaux, actionnés par un arbre de transmission et servant au déchargement du brai employé à la fabrication des briquettes, chaque élément peut soulever un wagonnet, le descendre dans le bateau, où il est rempli à la main, puis le reprendre et le replacer sur la voie située à bord du quai ;

6°. une grue de 2 tonnes, servant à l'embarquement des cokes.

A l'exception des wagonnets culbuteurs, les organes mécaniques de tous ces engins sont assez compliqués et d'une manœuvre pénible.

Comme nous l'avons dit, la majeure partie des charbons ne sont pas directement embarqués, à la sortie du criblage, mais conduits en dépôt sur la rive opposée de la gare d'eau ; ils sont ultérieurement repris à la brouette et chargés en bateau. Le coke est en général embarqué à la grue. Les briquettes sont embarquées à bras d'hommes ou à l'aide de plans inclinés.

Dans le tableau ci-dessous, nous avons groupé, pour chacune des principales manutentions du port, les renseignements qui nous ont été fournis relativement : 1°. à la durée de chargement ou de déchargement des divers types de bateaux qui sont en service sur le canal du centre ; 2°. au personnel qu'exigent les opérations ; 3°. au prix de revient de la tonne embarquée ou débarquée.

DÉSIGNATION DES PRODUITS MANUTENTIONNÉS.		Tonnage des bateaux.	Durée du chargement ou du déchargement.	Personnel occupé à l'opération.	Prix de revient à la tonne.	OBSERVATIONS.
1°. Déchargements :						
Brai, déchargé à l'aide de l'appareil qui enlève les wagonnets		T. 130	1 à 3 jours suivant le personnel qu'on emploie.	8 à 18 hom. et 1 surveillant.	fr 0.77	
2°. Embarquements :						
houilles.	Chargée à l'aide de la trémie verticale, installée sur le port ou au droit de l'estacade (wagons de 25 hectolitres)	150	5 h.			(1) Le prix de revient est calculé à partir du moment où les brouettes sont prises au criblage.
		240	8 h.	6 hommes.	0.07 (1)	
	Embarquée directement au sortir des criblages, avec les wagonnets de 2 hectol.	65	4 h.	8 "		(2) Ce prix est peu élevé, parce que l'on emploie presque exclusivement des enfants pour ce transport.
		150	7 h.	14 "	0.10 (2)	
		240	10 h.	14 "		
	Chargée sur les dépôts et manipulée à la brouette	65	3 h.			
		150	7 h.	12 "	0.25	
		240	10 h.			
Coke manipulé avec la grue		"	"	"	0.75	
Briquettes		"	"	"	0.40 (3)	(3) Ce prix est un prix moyen il varie suivant les types de briquettes.

Etant donnée l'importance du trafic annuel de la gare d'eau on est en droit de se demander si la Compagnie n'aurait pas intérêt à réduire les frais de main-d'oeuvre qu'entraînent la mise en dépôt des charbons et la reprise à la brouette, ou tout au moins à perfectionner tant soit peu l'outillage servant à l'embarquement.

Il convient de remarquer toutefois que la nature, particulièrement friable, des charbons permettrait difficilement de faire usage de trémies à grande chute, analogues à celles employées dans le Nord.

C. PORTS INDUSTRIELS DIVERS.

PORTS DE MARNAVAL (CANAL DE LA HAUTE MARNE), ET DE NEUVES-MAISONS (CANAL DE L'EST, BRANCHE SUD).

Port de Marnaval. (Planche VI).

Ce port situé sur le canal de la Haute Marne, à 3 Kilomètres de St Dizier, dessert quatre hauts fourneaux et une forge laminoir, appartenant à la Compagnie des forges de Champagne. Cette compagnie est en même temps concessionnaire du canal de St Dizier à Vassy, qu'elle a

créé en vue du transport des minerais qu'elle exploite à Pont Varin, près de Vassy.

La longueur totale du port de Marnaval est de 560 m. Il correspond à un élargissement du canal le long du chemin de contrehalage; la largeur au plafond, en dehors du chenal navigable est de 2 m. seulement sur une longueur de 290 m. pourvue de murs de quai et de 5 m. sur une longueur de 270 m. avec berges en talus. La largeur moyenne utile des terre-pleins est d'environ 20 mètres et leur surface d'un peu plus d'un hectare. En arrière du terre-plein proprement dit une zone d'un demi hectare environ est en outre utilisable, au besoin, comme lieu de dépôt.

Le trafic du port, qui était en 1885, de 186 131 tonnes, s'est accru progressivement pour atteindre 242 430 tonnes en 1892 et 243 940 tonnes en 1893.

Les 242 430 tonnes relevées en 1892, se décomposent comme suit :

Embarquements.		Débarquements.	
Sable de laitier	10 718 ton.	Minerais	117 553 ton.
Briques de laitier	1 710 "	Castines	46 862 "
Fontes, fers, scories	} 39 788 "	Combustibles	9 909 "
et		Fontes	10 976 "
Divers		Divers	4 924 "
	52 206 ton.		190 224 ton.

L'outillage du port pour les débarquements consiste en 3 grues hydrauliques, d'une force de 1500 Kg., pivotantes et roulantes, du modèle de celles du port d'Anvers, desservant la partie du port munie d'un mur de quai. Un réseau de voies ferrées (voir le Plan) dessert le terre-plein et se raccorde aux voies de la Compagnie de l'Est.

La voie des grues est située en arrière du chemin de halage, en contrehaut de 1,90 m. environ. Un troisième rail permet d'amener des wagons sur cette voie et de faire au besoin des transbordements.

A l'une des extrémités du quai, se trouve, sous le terre-plein, un tunnel, dans lequel pénètre une voie, sur laquelle les wagons peuvent recevoir directement par des trappes des matières déposées sur le port.

L'installation des 3 grues, y compris la machinerie centrale, l'accumulateur et la canalisation a coûté	fr. 80 000
La voie des grues, le voies du port et le tunnel à trappes	60 000
soit en tout	fr. 140 000

Les grues servent à peu près exclusivement au déchargement des minerais et de la castine; en temps ordinaire 2 seulement des 3 grues fonctionnent.

Exceptionnellement, on utilise les grues pour le déchargement de la houille et de la fonte (et plus rarement du coke). En général ces déchargements se font à la brouette. On emploie également la brouette pour le déchargement de la ferraille, ainsi que pour le chargement du sable de laitier et des scories de puddlage et de réchauffage. Pour l'embarquement des scories on utilise plus généralement des estacades munies de glissières desservies par des wagonnets basculeurs.

Le temps nécessaire pour le déchargement d'un bateau de 300 tonnes varie suivant la nature de la marchandise et suivant le personnel que l'on affecte à ce travail.

Le tableau ci-dessous fait ressortir à cet égard quelques chiffres intéressants :

MATIÈRES.	à bras par 6 hommes.	à 1 grue avec 9 hommes.	à 2 grues avec 6 hommes chacune.	à 2 grues avec 9 hommes chacune.	OBSERVATIONS.
Minerais bruts .	36 heures.	12 heures.	8 heures.	6 heures.	
Minerais lavés .	38 h.	10 h.	7 h.	5 h.	
Castines	48 h.	14 h.	10 h.	7 h.	
Cokes	60 h.	24 h.	12 h.		
Houilles	44 h.	18 h.	—	—	
Fontes	28 h.	12 h.	—	—	

En une journée de 12 heures, y compris les temps d'arrêt pour repos et reprise on peut décharger les quantités suivantes :

MATIÈRES.	à bras avec 6 hommes.	1 grue avec 6 hommes.	2 grues avec 6 hommes chacune.	1 grue avec 9 hommes.	2 grues avec 9 hommes chacune.	3 grues avec 9 hommes chacune.
Minerais bruts ..	T. 100	T. 200	T. 400	T. 300	T. 600	T. 900
Minerais lavés .	100	230	460	320	640	960
Castines	75	180	330	250	520	750
Houilles	75	200	"	"	"	"
Cokes	60	150	"	"	"	"
Ferrailles	60	"	"	"	"	"

Quand les trois grues marchent jour et nuit, elles peuvent manutentionner environ 1650 tonnes par 24 heures.

Les prix de revient comparés, applicables aux diverses manutentions, font ressortir, y compris entretien du matériel et tous frais, les chiffres suivants à la tonne :

M A T I È R E S.	Déchargements:		Chargements à bras	
	à l'aide de grues.	à la brouette.	à la brouette.	à la main.
Castines.	f0,20 à f0,22	"	"	"
Minerais en cailloux	0,16 à 0,18	"	"	"
Minerais lavés	0,15 à 0,17	"	"	"
Houille	0,24 à 0,26	0,40	"	"
Coke	0,30 à 0,32	0,70	"	"
Fonte	"	0,35	0,20	"
Ferrailles	"	f0,50 à f0,60	"	"
Crasses de forge.	"	"	0,25	"
Sable de laitier	"	"	0,20	"
Fers (en feuilles, en barres, etc.)	"	"	"	0,35 à 0,65

Sur l'ensemble du port on peut manutentionner au maximum 1920 tonnes par 24 heures, (quand les 3 grues marchent de nuit).

Ces 1920 tonnes se répartissent comme suit:

M A T I È R E S.	à bras de jour et de nuit.	à 3 grues de jour.	à 3 grues de nuit.	TOTAL p. 24 heures.
Minerais et castines	"	T. 850	T. 800	T. 1650
Cokes	60	"	"	60
Houille	75	"	"	75
Fonte	75	"	"	75
Ferrailles	60	"	"	60
		Total		1920 ton.

Une bonne partie des minerais débarqués à Marnaval provient des exploitations que possède la même Société aux environs de Vassy. Ces minerais sont embarqués sur le canal de Vassy-St Dizier au port de Pont Varin au moyen d'une estacade à trémies à laquelle aboutit un plan incliné descendant directement des carrières. L'embarquement se fait au moyen de wagonnets et de culbuteurs très simples, dont le dessin est donné sur le Plan VI (fig. 4). Deux trémies permettent de charger 50 à 60 tonnes à l'heure. Le prix de revient de l'opération est de fr. 0,10 environ tandis que la manutention à bras, employée encore par quelques exploitants voisins, la fait ressortir à fr. 0,30.

Port de Neuves-Maisons. (Voir Planche VI).

Le port de Neuves-Maisons (canal de l'Est, branche sud) offre l'exemple

d'un port à la fois grand port industriel et port public de transbordement. Il se compose d'un vaste bassin, trapézoïdal, créé sur l'emplacement d'une ancienne ballastière et communiquant librement sur un de ses côtés avec le canal.

La voie de transbordement règne le long du quai formant le fond du port sur une longueur de 220 m. et se lie à 550 m. de distance avec le réseau des chemins de fer de l'Est (ligne de Nancy-Mirecourt). Elle constitue un réseau indépendant, concédé à la société propriétaire de l'établissement métallurgique qui l'utilise en même temps, et surtout, comme raccordement usinier.

Il n'existe aucun outillage pour les transbordements publics; toutefois entre la voie de raccordement et le quai règne une voie étroite appartenant à l'usine et qui permettrait de placer des grues. Mais le mouvement des marchandises transbordées n'est représenté que par les chiffres suivants :

Embarquement	2026 tonnes
Débarquements	1002 "
Total	3028 "

La faiblesse de ce trafic paraît attribuable aux sujétions et frais qui sont la conséquence de la situation légale du raccordement (concession indépendante du réseau voisin et raccordée avec lui par une soudure assimilée à une gare commune).

Les frais cumulés de transbordement sont en effet les suivants :

1°. *Marchandises arrivant par voie de fer destinées à la voie d'eau :*

a. Frais de gare à l'arrivée, dans la gare d'échange (partagés par moitié entre la Compagnie de l'Est et le concessionnaire du raccordement)	fr. 0,40
b. Frais de gare à l'arrivée ou port	" 0,30
c. Frais de déchargement de wagon	" 0,30
d. Frais de chargement de bateau	" 0,30
Total	fr. 1,30

2°. *Marchandises arrivant par voie d'eau et destinées à la voie de fer :*

Les frais sont inverses et identiques.

Un port de transbordement dans ces conditions est à peu près complètement prohibitif.

Le port est également port public local, mais ne présente aucun intérêt à ce point de vue.

Comme port industriel, le port de Neuves-Maisons est très important, tant au point de vue de son trafic qu'au point de vue de son outillage.

L'usine de Neuves-Maisons est propriétaire de mines, qui convient au port, par un chemin de fer industriel, des minerais destinés à l'expédition.

La ligne aboutit à un appareil, point A du plan Planche VI composé d'un entonnoir en maçonnerie à fond incliné vers le canal et d'un couloir métallique qu'on abaisse ou qu'on relève à l'aide d'un mécanisme placé

à la partie supérieure. Cette vaste trémie peut contenir environ 50 tonnes de minerais que les wagons y déversent au fur et à mesure de leur arrivée. Le couloir est séparé de l'entonnoir par une trappe mobile qu'on ouvre au moment de charger en bateau. Sa partie inférieure, également mobile permet de répartir convenablement le chargement.

L'installation a coûté fr. 15000.

Le temps nécessaire pour charger 200 tonnes est de 5 heures.

Le prix de revient de l'opération est de 0,07 par tonne, amortissement compris.

Si le chargement s'opérait à bras, au moyen de ponts volants et de brouettes, on estime qu'il demanderait de 20 à 22 heures et que le prix de revient correspondant serait de 0,20 fr. par tonne.

Cet appareil sert à charger annuellement 70 000 tonnes de minerais.

Sur le côté du port, voisin de l'usine métallurgique, se trouvent 2 grues hydrauliques fixes et pivotantes de la force de 1500 Kg. Elles servent au déchargement du coke qu'elles élèvent dans des bennes de wagonnets sur une estacade qui communique avec de vastes magasins où le combustible est déchargé dans des chambres à trémies en dessous desquelles il est repris pour être conduit aux fourneaux.

Les 2 grues marchant ensemble déchargent 200 tonnes de coke en 20 heures. Le prix de revient de l'opération est de 0,375 fr. par tonne amortissement compris.

La même opération, à bras et au moyen de paniers, demanderait 48 à 60 heures et coûterait fr. 0,60 à 0,80.

Les grues déchargent en moyenne annuellement 36 000 tonnes de combustible; elles ont coûté 28 000 fr. tuyauterie non comprise.

A côté de ces appareils, une autre grue hydraulique pivotante et roulante sert également au déchargement des coques mis en dépôt en plein air. Sa force est de 2000 Kg. Elle se déplace à bras. Le temps nécessaire pour décharger 200 tonnes avec cet engin est de 24 heures. Le prix de revient est de 0,275 fr. par tonne, amortissement compris. On débarque ainsi environ 24 000 tonnes de coke par an. La grue et sa voie ont coûté à peu près 24 000 frs.

PORTS DES BAS-VIGNONS, SUR LA SEINE ET DE LA SOUDIÈRE DE CHAUNY (SOCIÉTÉ DE ST. GOBAIN), SUR L'OISE

Port des Bas-Vignons. (Voir Planche VI).

Le port des Bas-Vignons sur la Seine, construit pour le service exclusif de la papeterie d'Essonne, et dont nous produisons le plan, a été décrit dans le Guide-Programme du Congrès de Paris. Il se compose d'un mur de quai de 110 m., élevé de 4,40 au-dessus du plan d'eau normal de la Seine. En arrière du quai est une voie de grues avec 3 grues à vapeur de la force de 1500 Kg.

Les locomotives de l'usine viennent chercher les wagons sur une voie ferrée placée en arrière de la voie des grues.

Le port est relié par un réseau de 18 kilom. aux papeteries d'Essonne à leurs annexes et à une gare de chemin de fer.

Chaque grue a coûté, avec ses bennes, 14500 fr.

L'établissement du port a coûté, de son côté, 120 000 fr.

Une seule grue permet de décharger 300 tonnes de charbon en 11 heures, avec 11 ouvriers, savoir: 8 dans le bateau, au chargement des bennes; 1 au terre-plein et 2 à la grue.

Pour les bois en rondin et pour la pâte de bois, on décharge, avec une grue 180 à 200 tonnes par jour.

Les prix de revient des déchargements sont évalués comme suit:

Charbons . . .	fr. 0,50 par tonne.
Pâte de bois . . .	" 0,90 " "
Bois en rondins . . .	" 1,20 " "

Le trafic annuel du port est de 136 000 tonnes, presque tout en déchargement (charbons, 56 000; pâtes de bois 37 000; rondins, 23 000; kaolin, soufre, résines, sable et cailloux 20 000 Kg.).

Port de la Soudière de Chauny.

Le port est constitué par l'Oise, dont les eaux retenues par un barrage, prennent une profondeur suffisante pour donner un mouillage de 2 m. sur 8 kilomètres de longueur. La largeur de la rivière est de 18 à 20 mètres dans la partie formant port; elle ne dépasse pas 15 mètres en amont.

Ce port communique par une écluse à sas avec le canal de St. Quentin, en amont de l'écluse de Chauny.

Le quai de la Soudière est installé sur la rive gauche de l'Oise; il a 240 mètres de longueur et est desservi par 1100 m. de voies normales, reliées aux voies de la Compagnie du Nord. Le terre-plein a une surface totale de 4500 mètres carrés; il est occupé en majeure partie par les voies ferrées et il ne reste pour ainsi dire pas d'emplacement susceptible d'être utilisé comme dépôt.

Une annexe du port se trouve située à 500 mètres environ en amont de l'écluse mentionnée plus haut et sur la rive droite de l'Oise. Elle comporte un quai exclusivement affecté au déchargement des bateaux qui alimentent deux fours à chaux. Ce quai n'a ni grues, ni voies ferrées.

Le port a été commencé en 1865; il serait très difficile de donner la valeur de premier établissement d'installations qui ont subi à diverses reprises d'importantes modifications.

Les manutentions du port proprement dit sont faites de la manière suivante:

1°. Pour le déchargement des matières premières, on utilise 2 grues à

vapeur de 2 tonnes; en outre deux anciennes grues un peu plus faibles, assurent les rechanges.

2°. Pour le chargement en vrac des produits fabriqués (pyrites grillées, sulfates, superphosphates) on se sert de wagons basculeurs, au droit desquels sont installées des glissières.

Les produits emballés sont chargés à bras, soit par coltinage, soit par grues ordinaires.

Les produits reçus ou expédiés ne séjournent jamais sur le quai. Ils passent directement des bateaux sur les wagons de la Soudière, ou inversement.

Le déchargement est fait par une équipe de quai, comprenant, par appareil: 6 ou 8 hommes sur le bateau, 1 mécanicien à la grue et 1 homme pour vider les bennes sur wagon; on arrive ainsi à décharger en 11 heures de travail:

350 à 400 tonnes de pyrites, ou

280 à 300 tonnes de phosphates, sels ou charbons, soit un bateau environ.

Le chargement à bras des produits fabriqués est fait par des équipes très variables, comprenant en moyenne 6 hommes par bateau.

Quant à la durée, un chiffre précis ne peut être indiqué, la rapidité du chargement dépendant essentiellement des livraisons de la fabrication ou de la traction intérieure; le chargement d'un bateau de 250 à 270 tonnes dure habituellement 2 ou 3 jours.

Comme personnel occupé au quai, on peut compter en moyenne aux déchargements: 20 hommes comprenant les mécaniciens des grues et le basculeur;

aux chargements: des équipes très variables pouvant aller jusqu'à une quinzaine d'hommes.

Pendant 5 mois de l'année, à l'annexe mentionnée plus haut, une équipe de 24 hommes décharge et met en tas la craie.

Pour établir ses prix de revient, l'usine fait entrer en compte certaines dépenses effectuées à l'intérieur. Si l'on défalque les dites dépenses, on peut évaluer approximativement le coût des chargements et déchargements aux chiffres suivants:

Arrivages. Prise en cale et mise sur wagon:

Charbons	fr. 0,40 la tonne.
Sels	" 0,35 " "
Phosphates et pyrites	" 0,25 " "

Expéditions. Prise sur wagon et mise sur bateau:

Superphosphates	fr. 0,25 la tonne.
Sulfates de soudes et résidus de pyrites	" 0,18 " "

L'importance des arrivages et des expéditions par eau, sur les ports de la Soudière de Chauny ont atteint, en 1893, près de 200 000 tonnes, qui se subdivisent comme suit:

Arrivages.	{	Charbons	45 000 T.	{	146 000 T.
		Sels	26 000 "		
		Phosphates et Pyrites	61 000 "		
		Divers	14 000 "		
Expéditions.	{	Superphosphates	20 000 T.	{	52 000 T.
		Sulfate de soude; résidus de pyrites	31 000 "		
		Divers	1 000 "		
		Total			

CHAPITRE III.

L'Outillage des ports du Canal de la Marne au Rhin.

Considérations générales.

Le canal de la Marne au Rhin de Vitry le François à la frontière allemande à Xures a une longueur de 210 Km.

Le mouvement total de ses ports peut être fixé en nombre rond à 1 750 000 tonnes, savoir :

Embarquements	750 000 tonnes.
Débarquements	1 000 000 tonnes.
Total	1 750 000 tonnes.

Pendant les années 1891, 1892 et 1893 ce mouvement a été exactement le suivant :

	EMBARQUEMENTS.	DÉBARQUEMENTS.	TOTAL.
Année 1891	746 132 T.	1 042 309 T.	1 787 441 T.
" 1892	744 300 "	971 830 "	1 716 130 "
" 1893	767 702 "	997 559 "	1 765 261 "

Ces embarquements et débarquements s'effectuent soit dans les ports publics, soit au droit d'établissements industriels ou commerciaux, dans des garages, dans des bassins, ou même en section courante.

Le développement total des berges accostables dans les ports publics est de 8694 mètres (1).

La longueur totale de rive utilisée en dehors des ports pour les opérations de transbordement est environ de 8238 m.; (2)

de sorte que le tonnage ci-dessus de 1 750 000 tonnes se répartit sur une longueur de rive de 16 932 mètres ;

ce qui représente en moyenne $\frac{1\,750\,000}{16\,932} = 103$ tonnes environ de marchandises embarquées ou débarquées par mètre courant de rive.

Sur la longueur totale de 16932 m., 6590 m. environ sont pourvus de murs de quai verticaux, le surplus est en talus ordinaires généralement

(1) Cette longueur de 8694 m. se décompose comme suit :

Berges en talus	6198	} 8694.
Murs de quais verticaux	2496	

(2) Cette longueur de 8238 m. se décompose comme suit :

Ports avec berges en talus	985	} 8238.
Ports avec murs de quai verticaux	4094	
Permis divers de débarquements en section courante	3159	

inclinés à 3 de base pour 2 de hauteur, avec ou sans perrés de revêtement; ces derniers, lorsqu'il en existe, ne règnent généralement qu'au niveau de la ligne de flottaison.

Il va sans dire que le mouvement par mètre courant sur les différents ports s'éloigne considérablement de la moyenne indiquée ci-dessus de 103 tonnes. Il varie depuis 0 dans les ports, ou portions de ports, dont la fréquentation est à peu près nulle, jusqu'à plusieurs milliers de tonnes dans les ports à grand trafic.

L'outillage public, tel qu'il a été défini précédemment, est à peu près insignifiant sur les ports du canal de la Marne au Rhin. Dans quelques autorisations d'établissements de grues, il a bien été réservé que l'engin devait être mis à la disposition du public moyennant certaines taxes maxima; mais en fait il n'est pas fait usage de ces dispositions et les appareils ne servent qu'aux industriels ou entrepreneurs de transports, qui les ont installés. Pour aucun engin, les formalités d'homologation de tarifs n'ont d'ailleurs été remplies. L'application de la clause dont nous venons de parler n'est donc soumise à aucun contrôle effectif de la part de l'administration, elle n'existe dans les autorisations que pour affirmer leur caractère temporaire et en motiver le retrait immédiat, en cas de gêne pour le service public.

Mais à défaut d'outillage public on trouve sur le parcours du canal des outillages privés qui, pour être représentés par un nombre d'engins assez restreint, n'en desservent pas moins une portion très notable du mouvement général des ports.

Nous donnons ci-après le tableau de ce mouvement pour la voie navigable toute entière. On trouvera dans ce tableau quelques renseignements sur les différents ports qui possèdent un outillage ou des engins spéciaux de manutention.

Sur tous les ports, qui ne font l'objet d'aucune mention spéciale, la manutention est faite à bras ou au moyen de madriers de roulage, paniers et brouettes, suivant la nature des marchandises.

(A.) — Les fermes de Tournay, d'une contenance de 500 hectares, sont reliées au port public de Brusson situé à 3 Kil. par une voie Decauville. Les embarquements et débarquements se font sur ce port et représentant sur le trafic total, 9347 t., des tonnages respectifs de 4890 t. et 3947 t., soit en tout 8864, offrant ainsi l'exemple d'un port public affecté partiellement à un usage pour ainsi dire privé et dépourvu d'outillage.

(B.) — Sur le trafic total, 5849 t., indiqué ci-dessus, 3023 t. aux embarquements et 424 t. aux débarquements soit en tout 14416 t., sont manutentionnées en section courante au moyen de permissions spéciales.

(C.) — Sur le trafic total indiqué, 16379 t., des tonnages de 10531 t. aux embarquements et 3885 t. aux débarquements, soit en tout 14416 t., sont fournies par deux tuileries distantes de 3 Km. et 1,5 Km. du canal; 53 tonnes ont été embarquées en section courante.

(D.) — Sur le trafic total indiqué, il y a lieu de noter les particularités suivantes:

1^o. Embarquements en section courante, en vertu de permissions:

2 carrières de sable à 1500 m. du canal:	5.161
Divers	459
Total	5.620

Reste pour le trafic du port public. 36.130

2^o. Sur ce trafic total de 36.130 les mêmes carrières de sable donnent

aux embarquements 13.064 tonnes.

Une sucrerie 4865 tonnes aux embarquements et 11856 aux débarquements; une fonderie 2551 en tout 32366 t. pour quatre intéressés seulement;

NOTA. — La durée permanente du séjour des marchandises sur les ports publics du Canal de la Marne au Rhin est fixée au maximum de 30 jours. Cette condition représente à peu près toute la réglementation des ports dans lesquels les bateaux sont admis suivant leur ordre d'arrivée, quelle que soit la nature du chargement et sans aucune préférence.

à reporter . . . | — | — | 1.510 | — | 48.210 | 27.845 | 60.336 | 9.120 | 11.000 |

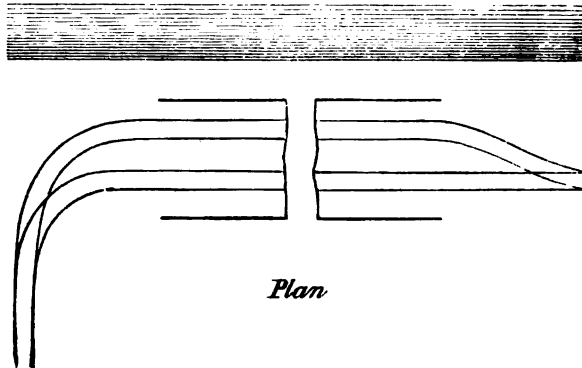
Désignation des ports et établissements industriels et commerciaux.	Nos des biefs.	Posi- tion kilo- mètre. que.	Longueur de rives affec- tées aux opérations de chargement et de dé- chargement.		Total des mar- chandises.		Trafic total.		Tonnage approximatif manutentionné au moyen d'engins mécaniques.	OBSERVATIONS.
			sans mur de quai.	avec mur de quai.	em- bar- quées.	débar- quées.	Ports pu- blics.	Ports privés.		
			Km.	m.	t.	t.				
Reports	—	—	1.510	—	48.214	27.845	66.939	9.120	11.000	

3°. La sucrerie de Sermaize s'est servie de 1878 à 1891, à l'époque des arrivages de betteraves (11000 à 12000 tonnes par an) d'un appareil de déchargement mu par l'électricité et relié à cet établissement par une petite voie ferrée. L'appareil consistait en une élinde articulée; à l'extrémité un pont roulant et fonctionnant à la manière d'une drague; une courroie à palettes, jouant le rôle de chaîne à godets, était mise en mouvement par une machine GRAMME recevant l'électricité d'un générateur semblable placé à 150 mètres de distance dans la sucrerie; la force en jeu représentait environ deux chevaux.

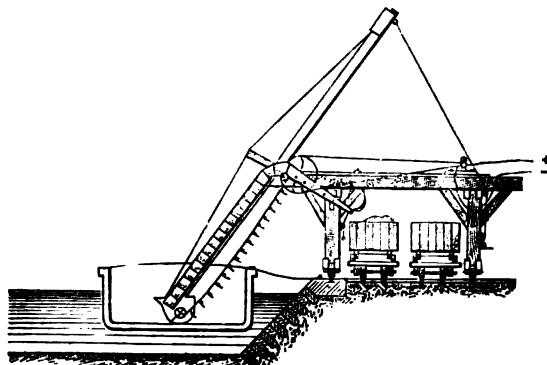
Le prix de revient de déchargement d'une tonne de betteraves, y compris transport aux laveurs, à environ 50 mètres du quai, était en moyenne de fr. 0,55 par tonne, sans tenir compte de l'amortissement et de l'entretien de l'appareil.

Depuis 1891 la sucrerie de Sermaize, en prévision de l'adoption d'un nouveau système de déchargement, a renoncé à entretenir celui qui vient d'être décrit et effectue ses déchargements à bras. Le prix de revient, dans ces conditions, est évalué à fr. 0,75 par tonne et 8 à 10 femmes ou enfants mettent 20 heures à décharger un bateau de 200 tonnes.

Port de la Sucrerie de Sermaize.



Plan



Elévation de l'appareil.

à reporter	—	—	1.510	—	48.214	27.845	66.939	9.120	11.000	
----------------------	---	---	-------	---	--------	--------	--------	-------	--------	--

Désignation des ports et établissements industriels et commerciaux.	Nos des biefs									
Reports	—	—	1.510	—	48.314	27.848	66.989	9.120	11.000	
Port public de Contrisson et des usines de la Saulx	68	23.—	225	—	9621	7539	2399	14.781	8500	Gare des industriels de la vallée de la Saulx (E).
Port public de Braux	56	29.4	160	—	1.170	156	1.326	—	—	
Port public de Revigny	63	32.—	120	—	11.309	819	8.970	3.142	—	Entrepôt de grains, carrière de terre glaise. (F)
Port public de Neuville	49	35.5	120	—	1.331	16	1.347	—	—	
Port public de Mussey	46	38.5	230	—	8.248	906	6.213	—	—	Entrepôt de bois. (M)
Port public de Varney	45	40.—	120	—	1.039	20	1.089	—	—	
Port public de Fains	43	43.5	120	—	456	4.076	1.582	2.950	—	Verrerie. (N)

(E.) — Sur le trafic total (2399 tonnes) du port public, 1886 sont embarquées par une fabrique de phosphate.

Le tonnage des ports particuliers se répartit sur trois ports :

Celui des forges de Hairouville : embarquements 758 t. et débarquements 4177 t.

Le port d'une fabrique de phosphates, embarquements 636.

Un port appartenant à un syndicat d'industriels : embarquements 6115 ; débarquements 3095.

Le garage particulier des industriels de la vallée de la Saulx possède une grue à vapeur pivotante et roulante sur voie de 2,60 m. de largeur, dont le rail du côté du canal est placé à 1 m. de la crête du talus.

Cet engin sert surtout à transborder les marchandises échangées entre le canal et une voie de raccordement avec le chemin de fer d'intérêt local de Hairouville à Triancourt, voie établie par la Compagnie meusienne des chemins de fer.

La grue a coûté fr. 12000

La voie et une remise pour la garer ont coûté 8000

Prix total d'établissement 20000

La force nominale de l'engin est de 5000 Kg. et sa machine sert à le déplacer.

Les principales marchandises manutentionnées sont des fontes, du coke, de la houille, du minerai, du sable, de la pierre cassée.

On peut décharger un bateau de 200 tonnes en 25 heures environ, et le prix de revient, amortissement compris, est évalué à fr. 0,28.

A défaut de la grue, on devrait opérer les transbordements à bras, ou au moyen de brouettes, en circulant sur des ponts volants. Le prix de revient serait fr. 0,35 à peu près et l'opération demanderait 35 heures en moyenne.

Cette grue transborde annuellement 8000 à 9000 tonnes de marchandises.

(F) — Sur le trafic total (8979 t.) du port public, un entrepôt de grains donne 2501 d'embarquements. Les 8142 tonnes portées aux ports privés sont embarquées en section courante par une carrière de terre glaise pour briques et tuiles.

(G) — Sur le trafic total (6218 t.) du port de Mussey, il y a 1642 aux embarquements et 876 aux débarquements en tout 2518 tonnes fournies par un entrepôt de bois.

(H) — Les 2950 tonnes portées au port privé sont débarquées en section courante par une verrerie.

à reporter | — | — | 2.805 | — | 78.385 | 41.452 | 59.344 | 29.993 | 19.500 |

Usine à gaz de Bar-le-Duc . . .	40	46.—	—	145	—	—	—	3.322	—	Mur de quai construit p. l'usine.
Hauts-fourneaux de Bar . . .	—	—	100	390	9.234	28.775	—	—	—	* dont 100 en section courante.
Entrepôt, Scierie, four à chaux . . .	—	47.5	380*	—	—	—	—	—	—	
Port public de Bar-le-Duc . . .	39	47.5	—	—	—	—	28.651	6.098	—	(I)
Port public de Longeville . . .	35	51.5	190	—	291	—	291	—	—	
Port public de Tannoy . . .	32	54.800	—	—	609	53	664	—	—	
Port public de Trouville . . .	28	58.—	310	—	6.498	3.574	3.222	7.838	—	Fours à chaux. (J)
Port public de Velaines . . .	25	60.2	190	—	755	—	755	—	—	
Port public de Ligny . . .	23	62.5	45	96	1.652	8.890	8.542	—	—	Mur de quai construit par l'État.
Port public de Gérardval . . .	20	65.2	190	—	315	40	265	—	—	
Carrières de Savonnière . . .	18	68.—	345	88	16.872	847	10.109	7.480	6.500	Mur de quai construit par la compagnie du chemin de fer de Gue Menaucourt. (K)
et Port public et de Menaucourt . . .										

(I) — Le tonnage total du port public (38651 t.) comprend aux embarquements 421 t. et aux débarquements 1823 tonnes; en tout 2244 transbordées sur une voie de raccordement de la Compagnie des chemins de fer d'intérêt local de la Meuse (ligne de Bar-le-Duc à Vaubecourt); 2087 tonnes embarquées et 10850 débarquées par les hauts fourneaux de Bar-le-Duc.

Le trafic des ports particuliers comprend 88 tonnes embarquées et 3720 débarquées par un entrepôt de bois et scierie; 1777 débarquées et 451 embarquées au droit de garages en section courante.

Sur la voie de raccordement de la Compagnie meusienne des chemins de fer, il existe une grue pivotante en fonte et fer montée sur wagons roulants sur sa voie de raccordement elle-même.

L'engin se déplace à bras; sa force est de 6 tonnes et sa valeur de fr. 6500.

Probablement par suite de ces conditions assez défavorables, il sert très peu (quelques tonnes seulement) et on ne peut rien conclure de son existence.

(J) — Les 7836 tonnes portées au port privé représentent 6268 tonnes embarquées et 1573 débarquées en section courante par l'usine à chaux de Trouville.

(K) — Le trafic indiqué au port particulier est celui du port de raccordement du chemin de fer de Gné Menaucourt, il est fourni par 5949 tonnes de pierre de taille de Savonnière, embarquées au moyen d'un pont à treuil en charpente roulant sur une voie de 12,25 de largeur, dont le rail du côté du canal est posé sur le milieu du couronnement d'un mur de quai.

L'engin à côté	8000 francs.
La voie de raccordement à côté	2500 "
Prix de l'installation	10.500 "

à reporter . . . | — | — | 4.045 | 715 | 114.321 | 81.828 | 141.338 | 54.617 | 26.900 |

de la	13	107.-	—	100	43.893	—	—	43.893	(B) Mur de quai construit par la soudière.
soudière de Dombasle à Vold									
Port public de Trouassey . . .	13	110.5	100	—	382	1.132	1.514	—	—
Port public de Pagny s/Meuse	13	117.-	230	100	373	50	423	—	—
Port public de Lay St Remy . .	13	120.-	—	—	196	94	289	—	—
Port public de Fong	14	122.-	200	—	—	2.953	2.953	—	—
Port public d'Ecorouves . . .	21	126.5	100	—	227	2.503	802	1.925	(d) Embarquements en section courante.
Toul (Porte de France)	25	130.-	220	55	1.509	17.706	15.462	3.752	—
Toul (St Mansuy)	27	130.5	200	—	5	8.797	3.556	5.346	(e) Mur de quai construit par l'usine à gaz; (F) 80 en section courante.
Toul (La Vacherie)	28	131.5	250	—	1.602	3.642	5.251	—	—
Port public de Villy St Etienne	29	140.-	100	—	19.862	—	19.862	—	—
Port public de Van de Moselle	30	145.-	100	—	70.347	35	70.382	—	—
Port public de Liverdun	30	148.5	425	—	16.870	—	17.224	—	—
Forges de Liverdun	Bief de Nanc.	149.5	100	280	2.385	18.326	—	17.611	—
Port public de Frouard	id.	154.-	120*	—	993	4.483	5.476	—	650

(B) — Le tonnage total (43893) comprend 42371 tonnes de castine embarquée à un port particulier pour l'usine Solvay de Dombasle et 1522 tonnes de bois embarquées au port de Lacroix-le-pêcheur.

(P) — Les 15462 tonnes du port public comprennent 4386 tonnes, et 2373, soit ensemble 6759 tonnes débarquées par deux entrepreneurs. Les 3752 t. du port privé comprennent 1411 débarquées au port privé de l'usine à gaz et 2341 t. débarquées en section courante.

(Q) — Ce tonnage comprend 16587 tonnes de pierres à destination de l'usine Solvay à Dombasle et 2025 t. embarquées par un seul entrepreneur, en tout 18682 par deux exploitants seulement.

(R) — Ce tonnage comprend 39315 t. (usine Solvay); 23359 (carrier local) et 6812 t. (autres carrières), en tout 69486 t. embarquées par trois exploitants seulement.

(S) — Ce tonnage comprend 11133 t. embarquées par un carrier et 2227 t. par un établissement métallurgique; soit 13360 t. pour deux exploitants.

(T) — Ce tonnage comprend 2283 t. embarquées et 13329 débarquées par les forges; 1999 par la fabrique de céramique.

(U) — Ce tonnage comprend 2844 t. débarquées par un moulin à farine. Une galocherie possède une grue pivotante fixe avec mât mobile à inclinaison variable; le développement de l'appareil dépasse 15 m.; il sert exclusivement à décharger les bois en grumes. Sa force est de 10 tonnes et sa valeur de 5000 fr. La manœuvre se fait à bras et exige 4 hommes au treuil et 2 au mât. Il faut 3 jours pour décharger un bateau

▲ reporter | — | — | 7.365 | 1.895 | 280.639 | 162.154 | 519.579 | 133.413 | 40.660 |

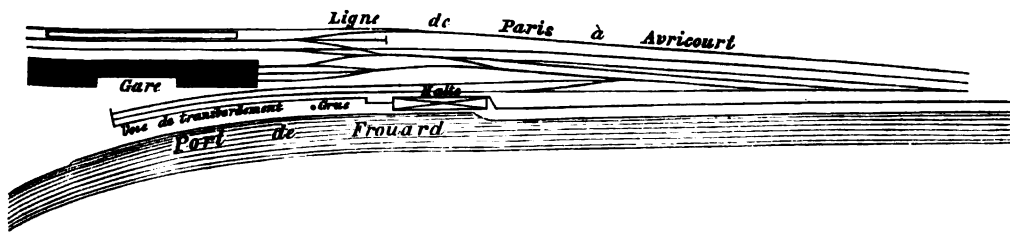
Désignation des ports et établissements industriels et commerciaux.	Nos des biefs.	Position kilométrique.	Longueur de rives affectées aux opérations de chargement et de déchargement.		Total des marchandises.		Trafic total.		Tonnage approximatif manutentionné au moyen d'engins mécaniques.	OBSERVATIONS.
			sans mur de quai.	avec mur de quai.	embarquées.	débarquées.	Ports publics.	Ports privés.		
Reports	—	Km.	m.	m.	t.					
Port de transbordement de Frouard.	Bief de Nancy.	155	7.366	1.895	290.538	182.154	319.579	133.413	40.650	Mur de quai construit par l'État (V).
			—	225	21.224	187	21.411	—	—	

de 200 t. Le prix de revient de déchargement est évalué à fr. 0,40; et celui-ci, à cause de la topographie des lieux, ne pourrait être fait à bras. On débarque environ 650 t. par an.

(V).— Les embarquements consistent à peu près exclusivement en fers, fontes et aciers du comptoir métallurgique de Longwy, amenés par chemin de fer et chargés en bateaux. Le port a une longueur de 220 m.; il est pourvu d'un mur de quai, la largeur du terre-plein est de 10 m.; en arrière de ce dernier se trouve une double voie de raccordement avec le chemin de fer; ces voies font partie du faisceau des voies de manœuvre de la gare de Frouard. Leur niveau est tel que la plate-forme des wagons est à la hauteur du terre-plein.

Une grue fixe pivotante et à bras, établie par la Compagnie de l'Est, permet de prendre les marchandises dans les wagons et de les y déposer; mais sa distance au mur de quai est trop grande pour qu'on puisse arriver directement aux bateaux et un dépôt intermédiaire est nécessaire. Par suite de ces conditions defectueuses et de l'immobilité de l'engin, le prix de revient des transbordements effectués par son intermédiaire est trop élevé, pour qu'on ait intérêt à s'en servir. On ne l'utilise guère que pour manutentionner des pièces spéciales difficiles à déplacer autrement. En général le chargement des bateaux est fait à bras par des porteurs. Le transbordement de wagon à bateau d'une tonne de fer, ou fonte, est évalué, dans ces conditions, de fr. 0,40 à 0,50. Il existe sur le terre-plein du port une halle qui a été établie en principe pour les transbordements; mais, en fait, elle ne sert guère qu'à abriter les marchandises circulant exclusivement sur le chemin de fer.

En somme, ce port, bien que présentant l'inconvénient d'être situé du côté du halage, se trouve établi dans des conditions favorables; mais il est loin de rendre les services qu'on pourrait en attendre, faute d'outillage suffisant d'une part et par suite de l'élévation de certains tarifs de transbordement d'autre part. Le chemin de fer, par exemple, se réserve le déchargement des fers et fontes, qu'il dépose simplement sur le terre-plein,



à reporter . . . — — 7.365 2.120 312.062 182.341 340.990 133.413 40.650

Désignation des ports et établissements industriels et commerciaux.	N°s bleis.	N°s kilo- metri- que.	Tons aux opérations de chargement et de dé- chargement.		mar- chandises.		Trafic total.		Tonnage approximatif manutention au moyen d'engins mécaniques.	OBSERVATIONS.
			sans mur de quai.	avec mur de quai.	em- bar- quées.	débar- quées.	Ports pu- blics.	Ports privés.		
Reports	—	Km.	m.	m.	t.	182,341	340,990	133,413	40,650	
Part public de Champigneulle et laminoirs.	Bief de Nancy.	157,5	107	134	10,587	23,938	970	32,610	—	Mur de quai construit par les la- minoirs.
Hauts fourneaux de Maxéville et Minières de Sarrebruck.	Bief de Nancy.	100.	200	199	80,175	2,156	—	82,328	—	(X).
Port public de Nancy (St. Sé- bastien et divers).	Bief de Nancy.	120	175	26,822	12,140	30,628	8,164	—	—	Mur de quai construits par l'État (Y).
Port de Nancy (Malzéville)	Bief de Nancy.	162,5	200	100	6,217	27,396	20,471	13,642	—	Mur de quai construit par l'État. (Z)

moyennant une taxe de fr. 0,30 p. ton. alors que le transport direct au bateau n'entraînerait réellement sur le prix d'embarquement ordinaire qu'une dépense supplémentaire à peu près moitié moindre, et qui serait encore réductible avec un outillage convenable.

(X). — Ce tonnage comprend 68098 T. embarquées et 2156 t. débarquées par les Hauts fourneaux; 12075 embarquées par les minières. La Société de Vézin Aulnoye, propriétaire des Hauts fourneaux possède un garage qui sert à l'embarquement des fontes et minerais et au débarquement des coques. Les embarquements des fontes et minerais se font à bras et au moyen de brouettes. Les marchandises sont prises sur des dépôts au-delà du contrehalage, ou sur des wagonnets amenés sur voie Decauville le long d'un mur de quai. Le prix de revient de l'opération est évalué: pour la fonte de 0,20 à 0,22 et pour le minerai à 0,17. Au droit du mur de quai il existe pour le déchargement du coke une grue à vapeur pivotante qui permet d'effectuer l'opération à raison de fr. 0,40 par tonne; à bras et au moyen de paniers la même manutention revient à fr. 0,80; néanmoins la Société qui du reste reçoit assez peu de coques par eau en raison de sa situation très favorable par rapport au chemin de fer, a à peu près renoncé au débarquement mécanique, en raison de la pulvérisation du combustible, considérée comme très nuisible à la régularité de marche des fourneaux.

(Y). — Les 30628 t. portées au port public comprennent 21968 t. et 3394 embarquées par 2 carriers, 4578 débarquées par une brasserie, en tout 29940 t. pour 3 industriels seulement. Les 8164 t. portées au port privé sont embarquées et débarquées en section courante par 3 industriels, au droit de leurs chantiers. Le port St Sébastien est un simple garage en élargissement avec mur de quai de 175 m. de long; il ne possède aucun outillage. On y embarque surtout de la pierre à chaux à destination des soudières (20000 t. environ par an). On y débarque aussi des combustibles et matériaux de construction. Les marchandises sont mises en dépôt sur le terre-plein à 5 m. environ de l'arête du mur de quai. Le prix de revient des déchargements de combustible, par paniers, varie de fr. 0,30 à fr. 0,40. Le terre-plein du port est accolé sur toute sa longueur à une route nationale à laquelle on accède par les deux extrémités, conditions très favorables à l'apport et à l'enlèvement des marchandises.

(Z) Les 20471 tonnes (ports publics) comprennent 6173 tonnes de pierres embarquées par un seul carrier.

à reporter | — | — | 1.902 | 2.728 | 435.691 | 227.526 | 303.059 | 270.168 | 40.650 |

=

-

m

Le bassin St^e Catherine, en élargissement du côté du contrehalage, a une longueur de 175 m. et une largeur de 35 m. en dehors du chenal de 18 mètres.

On y débarque surtout des bois, des combustibles, des matériaux de construction et des vins. On y embarque des minerais et de la pierre à chaux.

Le seul outil qu'on trouve sur ce port est un pont en charpente mobile sur rails avec treuil à la partie supérieure. Il ne sert qu'au déchargement des fûts de vins et est peu employé (une centaine de tonnes par an), les entrepôts dont il sera question plus loin faisant aujourd'hui presque toutes les manutentions de cette espèce.

Sur le terre-plein, auquel est contiguë l'usine à gaz, cette dernière possède, à titre révocable, une petite voie de wagonnets destinés au déchargement des houilles: le combustible est jeté directement du bateau dans les wagonnets qui arrivent contre le couronnement même du mur de quai. Le prix de revient de l'opération n'est pas bien connu, la société du gaz traitant ses déchargements à forfait dans des conditions qu'elle ne fait pas connaître. Il paraît évaluable à 0,25 fr. environ par tonne.

Le port St^e Catherine comprend comme annexe, du côté du halage un bassin particulier de 55 m. de long sur 10 m. de large, à l'usage d'un entrepreneur de bois de charpente et de construction. Ce bassin sert au débarquement de bois en grume arrivant en flottes ou par bateaux (4 à 5000 t. par an). La mise à terre des bois se fait soit à bras, soit pour les grosses pièces avec une grue sur bateau, appartenant à l'industriel. Cette grue va faire les embarquements à de grandes distances, dans le voisinage des points d'exploitation et sert à décharger les bois à l'arrivée.

Le prix de revient est difficile à évaluer et dépend des dimensions des pièces, en même temps que de l'habileté des ouvriers; il peut être fixé à fr. 0,30 ou fr. 0,40. Sans la grue, il serait beaucoup plus élevé et bien des manœuvres seraient impossibles.

Le bassin de St George, un élargissement également du côté du contrehalage, a une longueur de 224 m. et une largeur de 40 m. On y débarque des matériaux de construction de toute nature, principalement de la pierre de taille, des bois, des grains, des combustibles et des marchandises au détail.

Sur le terre-plein principal existe un grand pont métallique mobile sur rails avec treuil de la force de 10 tonnes, roulant sur la plate-forme supérieure.

Cet engin appartient à un entrepreneur, qui est tenu, en vertu d'une simple autorisation temporaire, de le mettre à la disposition du public et de charger ou décharger les bateaux dans leur ordre d'arrivée. En fait, il ne sert qu'au déchargement des grosses pierres de taille qui se renouvellent constamment sur le terre-plein et dont la manutention serait à peu près impossible sans lui. L'administration n'est pas suffisamment armée pour exercer un contrôle effectif sur les relations du propriétaire de la grue avec les particuliers. Elle ne pourrait qu'ordonner l'enlèvement de

à reporter . . . | -- | - | 8.392 | 4.982 | 178.214 | 363.961 | 507.503 | 334.982 | 70.050 |

Désignation des ports et établissements industriels et commerciaux.	Nos des biefs.	Posi- tion des kilo- metri- que.	Longueur de rives affec- tées aux opérations de chargement et de dé- chargement.		Total des mar- chandises.		Trafic total.		Tonnage approximatif maintenu au moyen d'engins mécaniques.	OBSERVATIONS.
			sans mur de quai.	avec mur de quai.	em- bar- quées.	débar- quées.	Ports pu- blics.	Ports privés.		
Reports	—	Km. —	m. 8.392	m. 4.982	t. 478.214	363.951	707.308	334.862	70.650	

l'appareil en cas de difficultés démontrées; mais à défaut d'autres, cet engin rend des services et c'est à ce titre qu'il est maintenu (10 à 12000 tonnes par an).

Du côté du halage existent, en dehors des dépendances du canal, 3 établissements importants: 1°. les docks et entrepôts nançoisiens; 2°. les docks St. George; 3°. les docks du bâtiment.

Les docks et entrepôts nançoisiens débarquent principalement des grains et des vins et déchargent les bateaux à vapeur de l'entreprise des Porteurs de la Marine, qui amènent surtout des marchandises de détail et de l'épicerie. La société occupe un terrain de 20000 m. q. Le bâtiment principal est perpendiculaire au canal. Il est prolongé à hauteur de l'étage par une plate-forme qui s'avance au-dessus du chemin de halage et du terre-plein latéral et porte à son extrémité une grue pivotante à vapeur de la force de 1500 kilog. Cette grue sert à débarquer les tonneaux et à les déposer sur le terre-plein, les grains en vrac dans des caisses de wagonnets qu'on repose sur rails à côté de la grue, sur sa plate-forme elle-même, ou au rez-de-chaussée, à l'entrée d'une baie ouverte dans le bâtiment, enfin à manœuvrer les sacs de grains ou autres colis de détail. Elle peut aussi servir à faire des transbordements directs sur des wagons amenés à l'extrémité d'une voie large latérale au bâtiment, l'établissement étant raccordé d'autre part avec le chemin de fer de ceinture de Nancy.

Le prix de revient des déchargements de vins, à la grue, est évalué à fr. 0,25 par tonne; celui des chargements de grains en vrac à fr. 0,40. Ces derniers déchargements opérés à bras coûtent environ 50 % en sus.

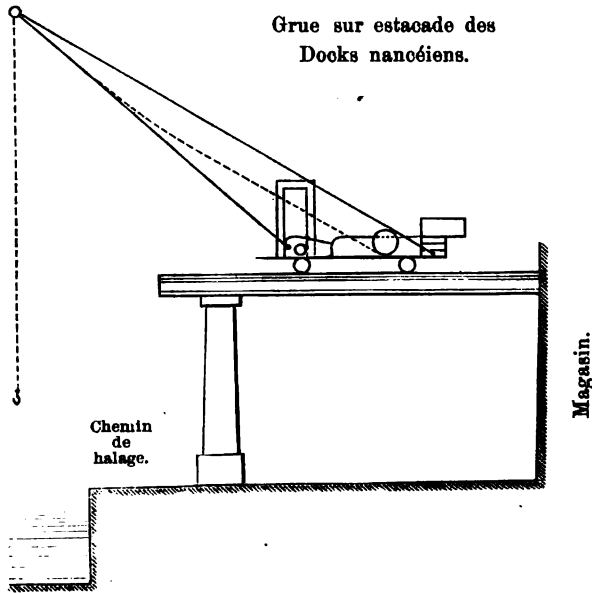
Les Docks St Georges occupent une superficie de 1473 m². dont 1000 m². de magasins couverts. Cet établissement fait surtout le commerce de vins. Il possède deux petites grues pivotantes à bras de la force de 500 Kg. et 2000 Kg., l'une mobile sur une voie perpendiculaire au canal qui permet de l'avancer vers le mur de quai et de la rentrer en magasin, l'autre mobile sur galets ordinaires et pouvant être déplacée librement sur le terre-plein. Le prix de revient des débarquements, les marchandises mises à quai ou sur voitures, est évalué à fr. 0,30 pour celles en fûts pouvant être enlevées avec les grues, et à fr. 0,40 pour les objets de détail.

La Société des Docks du bâtiment occupe une superficie de 8285 m². dont 1000 m². environ de magasins couverts. Comme son nom l'indique, elle fait surtout le commerce des matériaux de construction. Elle possède, en commun avec les Docks nançoisiens, un bassin particulier permettant de garer deux bateaux. Au-dessus de ce bassin circule un pont à treuil de 10 tonnes indentique à celui qui sert sur le port public à décharger les pierres de taille. Ici encore il sert surtout à décharger cette nature de marchandises et aussi d'autres matériaux, tels que chaux en sacs, briques, tuiles qu'on enlève des bateaux avec des plate-formes et qu'on place sur wagonnets ou wagons.

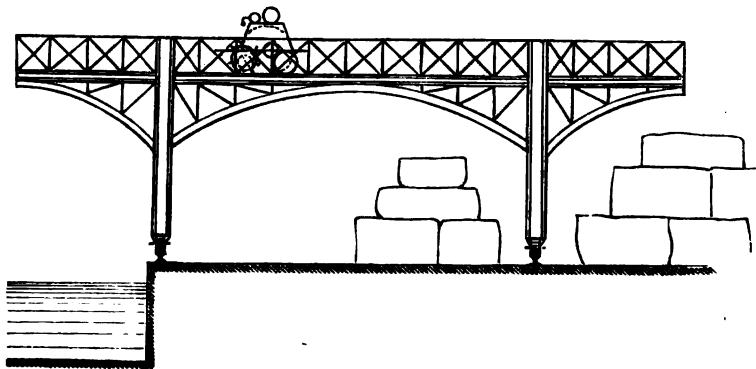
à reporter . . . — — | 8.392 | 4.982 | 478.214 | 363.951 | 707.308 | 334.862 | 70.650 |

Désignation des ports et établissements industriels et commerciaux	Nos des biefs.	Posi- tion kilo- metri- que.	Longueur de rives affec- tées aux opérations de chargement et de dé- chargement.		Total des mar- chandises.		Trafic total.		Tonnage approximatif manutention au moyen d'engins mécaniques.	OBSERVATIONS.
			sans mur de quai.	avec mur de quai.	em- bar- quées.	débar- quées.	Ports pu- bles.	Ports privés.		
			Km.	m.	t.					
Reports	—	—	8.392	4.982	478.214	363.951	507.303	334.862	70.650	

L'établissement est raccordé avec le chemin de fer de ceinture et les voies ferrées de raccordement viennent se prolonger le long du bassin, permettant ainsi les transbordements directs.



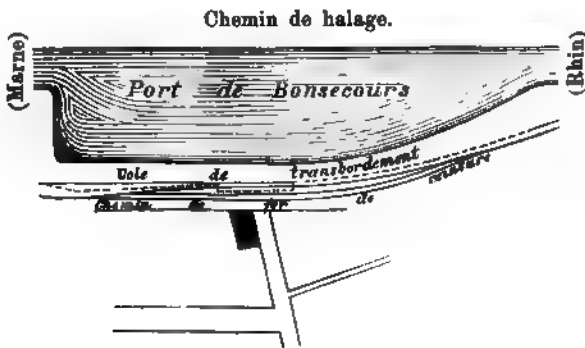
Pont à treuil servant au débarquement des pierres de taille.



à reporter	—	—	8.392	4.982	478.214	363.951	507.303	334.862	70.650	
--------------------	---	---	-------	-------	---------	---------	---------	---------	--------	--

Désignation des ports et établissements industriels et commerciaux.	N°s des biefs.	Longueurs des biefs. métrique.	Longueurs des biefs. aux opérations de chargement et de déchargement.		Trafic aux opérations de chargement et de déchargement.		Trafic total.		Tonnage approximatif manutentionné au moyen d'engins mécaniques.	OBSERVATIONS.
			sans mur de quai.	avec mur de quai.	Trafic aux opérations de chargement et de déchargement.		Trafic total.			
					embarquées.	débarquées.	Ports publics.	Ports privés.		
Reports	—	Km.	m.	m.	t.					
	—	—	8.392	4.962	478.214	363.951	507.805	934.265	70.650	
Port public de Bon secours	Bief de Nancy.	166,5	240 80	—	310	14.695	7.029	7.976	—	(A A). Les 80 en section courante.
Hauts-fourneaux de Jarville (aval).	Bief de Nancy.	166,5	—	160	60.111	10.336	—	60.447	—	(A B). Mur de quai construit par l'usine.
Port public de Jarville et Fabrique de bascules.	Id. et 26.	166,5 167.	—	—	—	1.378	1.378	—	—	

(A A.) — Le trafic porté au port privé comprend 4949 t. débarquées en section courante par un négociant en bois et 3027 t. débarquées également en section courante par une filature. Le port est raccordé avec le chemin de fer de ceinture de Nancy



par une voie publique de transbordement. Le garage n'est ouvert, d'après les tarifs de la Compagnie qu'aux transports par wagons complets; les particuliers font le transbordement eux-mêmes et paient les frais de gare s'élevant à fr. 0,20 par tonne. La voie est située à 14 m. du talus intérieur du port qui n'est pas pourvu de murs; il n'existe aucun outillage. Le trafic de transbordement est à peu près nul.

(A B.) — Le port de ces hauts-fourneaux consiste en un simple mur de quai en section courante. Il est située du côté du halage, le terre-plein est à 1,70 au-dessus du plan d'eau, la longueur du mur est de 160 m. offrant place à 4 bateaux. Le trafic consiste en déchargement de coques et embarquement de fontes. Les coques sont sortis des bateaux avec des paniers et mis en dépôt sur les dépendances de l'usine au delà du chemin de halage. Le prix de revient de débarquement est de fr. 0,60 pour la couche inférieure du dépôt et augmente de fr. 0,05 par couches successives. L'embarquement des fontes à la brouette coûte fr. 0,20 par tonne, lorsque le dépôt est voisin; ce prix augmente suivant la distance. Cet établissement paraît disposé à adopter des procédés mécaniques; mais a reculé jusqu'alors devant les frais d'établissement.

à reporter . . . | — | — | 8.927 | 5.142 | 528.635 | 390.360 | 515.710 | 408.368 | 70.650 |

Désignation des ports et établissements industriels et commerciaux.	Nos des biefs.	Position des kilométrique.	Longueur de rives affectées aux opérations de chargement et de déchargement.		Total des marchandises.		Trafic total.		Tonnage approximatif maintenu en moyenne d'engins mécaniques.	OBSERVATIONS
			sans mur de quai.	avec mur de quai.	em-bar-quées.	debar-quées.	Ports pu-blics.	Ports privés.		
Reports	—	Km. —	m. 8,927	m. 5,142	t. 528.635	390 360	515.710	403.285	70.650	
Hauts-fourneaux Jarville (amont)	26	167.5	—	115	43.347	17.511	—	60.858	—	(A C) Mur de quai construit par l'usine.
Saline de St Valdrée		25	168. —	40	—	1.266	1.500	—	2.766	—
Port public de Laneuveville .	26	168.5	75	—	105	784	889	—	—	
Saline de Bosserville	25	169. —	40	—	—	3.774	—	3.774	—	Débarquements en section courante.
Fabrique de prussiate de potasse	25	171. —	40	—	—	3.005	—	3.005	—	Débarquements en section courante.
Port public de St Philin et	24	172. —	122	—	—	1.909	54.883	—	40.000	Les 80 en section courante. (AD)
Saline de Laneuveville			et 80	—	—	—				
Soudière de la Madeleine . . .	24	172.5	—	—	6.277	46.697	—	—	—	
Saline d'Art sur Meurthe . . .	24	174. —	—	88	12.108	6.522	—	18.630	—	(AE) Mur de quai construit par la saline.
Saline de St Nicolas Varangéville	24	176. —	—	231	23.174	7.667	—	30.841	30.000	Mur de quai construit par la saline. (AF)

(A C). — Ce port fonctionne comme celui des hauts fourneaux ci-dessus (A B.). Il est du côté du contrehalage.

(A D) Ce port, bien que public, ne sert qu'à deux établissements, dont l'un, une soudière, fournit presque tout le trafic, qui consiste en débarquement de combustible (houille) et de castine; ce bassin n'a pas de mur de quai, mais possède, sur une partie de sa longueur, un revêtement vertical en charpente. Une grue pivotante à vapeur, mobile sur rails, a été installée sur le terre-plein, par l'usine, en vertu d'une permission révoquée; cet engin est vieux et fonctionne médiocrement.

Le prix de revient du déchargement d'une tonne de houille, mise en dépôt sur le port, est évalué à fr. 0,30; celui d'une tonne de castine dans les usines à 0,20.

L'ancien propriétaire de l'engin a l'intention de lui substituer prochainement des installations mécaniques plus perfectionnées et permettant de combiner les opérations de débarquement avec celles des transports intérieurs.

(A E) Débarquements de combustibles et chargements de sel gemme, opérés à bras ou à la brouette au moyen de madriers de roulage posés sur des tréteaux, et circulant le long du platbord des bateaux.

Le prix de revient des débarquements de combustibles est évalué à 0,70 la tonne et celui des embarquements de sels à 0,20. La distance à parcourir, des bateaux aux dépôts, est environ 50 mètres.

(A F) Les murs de quai de cette usine sont établis en section courante et constituent de simples élargissements pour garage, d'une largeur de bateaux, en dehors du chenal.

Les débarquements de houille et les embarquements de sel gemme se font du côté du halage.

Une grue pivotante à vapeur, de la force de 3 tonnes, placée à l'extrémité d'une estacade, perpendiculaire au canal, et à environ 8 m. au-dessus du plan d'eau, sert au

à reporter . . . | — | — | 9,324 | 5,576 | 514,912 | 479,726 | 571,482 | 524,159 | 140,650 |

Désignation des ports et établissements industriels et commerciaux.	Nos des biefs.	Position kilométrique.	Longueur de rives affectées aux opérations de chargement et de déchargement.		Total des marchandises.		Trafic total.		Tonnage approximatif manutentionné au moyen d'engins mécaniques.	OBSERVATIONS.
			sans mur de quai.	avec mur de quai.	embarquées.	débarquées.	Ports publics.	Ports privés.		
Reports	—	Km. —	m. 9.324	m. 5.576	t. 814.912	479.729	571.482	524.159	140.650	
Port public de Varangéville.	24	176.5	—	182	82	11.116	11.193	—	—	Mur de quai construits par l'État.
Port de transbordement de Varangéville.	24	176.5	—	465	6836	43.337	50.173	—	—	(A G).

déchargement des houilles. Celles-ci sont chargées dans des bennes d'une capacité d'une tonne environ, que la grue enlève dans le bateau, fait passer au-dessus du chemin de halage et repose sur les trains de wagonnets restées sur l'estacade.

Le dépôt se fait par déversement à environ 50 mètres.

Une péniche ordinaire se décharge en 20 heures avec 8 hommes; le prix de revient est évalué à fr. 0.30 par tonne.

Le sel égrugé en vrac est amené par wagonnets au-dessus des bateaux, sur des estacades terminées par des trémies, dans lesquelles on déverse les véhicules.

Le sel en sacs est descendu dans les bateaux par des trappes à glissières ouvertes également dans une estacade, qui sert à la fois aux chargements sur bateaux et aux chargements sur wagons; le canal et la voie de raccordement de l'usine avec le chemin de fer étant contigus en ce point.

Le prix de revient de l'embarquement d'une tonne de sel en vrac, prise au dépôt, à une centaine de mètres de distance, est évaluable à fr. 0.26 et 8 hommes peuvent charger une péniche en 18 heures.

L'embarquement des sels est évalué à fr. 0.23 ou fr. 0.24; mais en les supposant pris sur voiture à l'entrée de l'estacade. L'usine charge aussi du sel en blocs qu'on amène sur voitures, le long des murs de quai. Le déchargement des voitures dans les bateaux revient encore à fr. 0.23 ou fr. 0.24 la tonne.

(A G.) — Le port de transbordement de Varangéville est, par la situation, un vrai type de port de jonction de voies ferrées et de voies navigables. C'est le point où doivent quitter forcément le canal toutes les marchandises à destination des vallées des Vosges; et inversement, c'est le point où peuvent venir prendre la voie d'eau les produits de ces vallées. Malheureusement ce port manque absolument de terre-plein et d'outillage. Le bassin consiste en un simple élargissement pour une voie de bateau le long du chemin de contre halage, accolé à la gare de Varangéville. Une voie de garage de la gare elle-même sert de voie de transbordement, elle se trouve à 3 m. de l'arête du mur de quai. Une 2^e voie en arrière permet les manœuvres de wagons vides; puis viennent immédiatement les voies principales de la ligne de Paris-Avicourt.

Port de Varangéville

Quai de transbordement

Ligne de Paris à Avicourt

Gare.

(a) Hangars pour abriter les transbord^{ts} de sel.

à reporter | — | — | 9.324 | 6.223 | 621.830 | 534.182 | 532.848 | 524.159 | 140.650 |

Désignation des ports et établissements industriels et commerciaux.	Nos des biefs.	Posi- tion kilo- métr. que.	Longueur de rives affec- tées aux opérations de chargement et de dé- chargement.		Total des mar- chandises.		Trafic total.		Tonnage approximatif manutentionné au moyen d'engins mécaniques.	OBSERVATIONS.
			sans mur de quai.	avec mur de quai.	em- bar- quées.	débar- quées.	Ports pu- blics.	Ports privés.		
Reports	—	Km. —	m. 9.324	m. 6.223	t. 421.830	534.182	632.848	524.158	140.660	
Soudière de la Meurthe	23	177.3	—	160	—	18.692	—	18.692	18.000	(AH) Mur de quai constr. par l'usine.
Saline de Rosières Varangéville.	23	177.5	—	206	23.542	5393	—	28.935	20.000	(AI) idem.
Soudière de Dombasle (Solvay et Cie).	23	178.	—	430	58.136	405.534	—	463.670	290.000	(AK).

Il n'existe sur le port aucun outillage; les transbordements des houilles, des pierres et des sels, principales marchandises qui fréquentent le port, se font à bras ou à la brouette sur madriers de roulage. Ils sont effectués par les intéressés qui paient les frais de gare ordinaires pour livraison des wagonnets et doivent être directs, aucun dépôt intermédiaire n'étant possible, ou l'absence de terre-plein.

Le transbordement d'une tonne de houille de bateau à wagon coûte fr. 0,40, non compris les frais de gare.

Le transbordement d'une tonne de sels de bateau à wagon, sels en sacs principalement, coûte environ fr. 0,35.

Le transbordement d'une tonne de trapp, de wagon à bateau, coûte environ f 0,20 à f 0,25.

(A H.) — Cet établissement possède un mur de quai de 160 m. de longueur en agrandissement de la sution courante du canal. Une estacade en encorbellement au-dessus du chemin de halage permet, au moyen d'un treuil mobile, de prendre des trains de wagonnets dans les bateaux et de les déposer sur la voie par laquelle ils pénètrent dans l'usine. L'appareil est mû par l'électricité; une dynamo réceptrice est placée dans une cabine sur l'estacade même et en commande tous les organes.

(A I.) — Cette saline possède un quai en prolongement de celui de la soudière voisine et établie dans les mêmes conditions. Deux estacades perpendiculaires au canal et en porte à faire sur le chemin de halage servent à l'embarquement du sel gemme. Celui-ci est amené dans des wagonnets, ou dans des bateaux à l'extrémité des estacades; chaque wagonnet entre il se trouve calé dans une voie disposée de telle sorte que le centre de gravité de la masse soit sur l'axe de rotation. Un homme fait basculer la roue et le wagonnet à la fois et le sel tombe par une trémie dans le bateau.

(A K.) — De tous les établissements industriels que dessert le canal de la Marne au Rhin l'usine Solvay (fabrique de soude et saline) est de beaucoup le plus important. Son port consiste en un simple élargissement pour garage d'une ligne de bateaux le long d'un mur de quai de 430 m. de longueur situé du côté du contre halage; mais grâce à un puissant outillage, le tonnage des embarquements et débarquements est très élevé et a atteint, en 1893, le chiffre de 463,670 tonnes, représentant plus du quart du mouvement total des ports de la voie navigable depuis Vitry-le-françois jusqu'à Xures.

Le chiffre de 463,670 tonnes se décompose comme suit:

Embarquements de produits fabriqués, sels et soudes	53,136 tonnes.
Débarquements de combustibles	142,207 "
Débarquements de pierres calcaires	262,137 "
Divers	1,190 "

à reporter | — | — | 9.324 | 7.019 | 703.508 | 963.801 | 632.848 | 1035.456 | 463.650 |

Désignation des ports et établissements industriels et commerciaux.	N ^{os} des biefs.	N ^{os} des kilo- mètres intri- que.	tées aux opérations de chargement et de dé- chargement.		mar- chandises.		Trafic total.		Tonnage approximatif maintenu au moyen d'engins mécaniques.	OBSERVATIONS.
			sans mur de quai	avec mur de quai	em- bar- quées.	débar- quées.	Ports pu- blics.	Ports privés.		
Reporta	—	Km. —	m. 9.324	m. 7.019	t. 703.508	963.501	332.848	1035.456	1035.456	

à son extrémité, soit élevés jusqu'à une hauteur maxima de 8 ou 10 m. par un monte-charge hydraulique à étages, pour être déversés sur un vaste dépôt d'approvisionnement, soit distribués directement dans les ateliers de fabrication de la chaux (Voir le Plan et la fig. 4).

Les combustibles sont dirigés soit vers les mêmes ateliers, soit vers les passerelles qui franchissent la route, à l'extrémité desquelles ils sont, ou déversés sur des dépôts, ou déchargés dans des trémies qui alimentent de nouveaux wagonnets emmenés eux-mêmes par des voies aériennes en différents points de l'usine.

Les produits fabriqués doivent principalement arriver par la passerelle (CD), mais cette partie des installations n'est pas encore achevée et presque tous les produits sont encore embarqués soit à la brouette sur le terre-plein inférieur du port, soit au moyen de simples glissières descendant des estacades sur les bateaux.

En 1893, première année de fonctionnement à peu près normal de l'outillage qui vient d'être décrit, les grues hydrauliques ont servi à débarquer environ 250,000 tonnes.

L'appareil à câble de son côté a déchargé à peu près 40 000 t. Le surplus des chargements et déchargements s'est encore fait en majeure partie à la brouette au travers de la route; mais ce genre de manutentions, précédemment seul employé, est destiné à disparaître complètement à brève échéance.

Les prix de revient des déchargements par les grues sont évaluables comme suit:

Pour les calcaires:

- 1^o. Bennes posées sur wagonnets, à côté des grues, tous frais d'entretien compris fr. 0,24 à fr. 0,26 p. tonne.
- 2^o. Bennes conduites aux dépôts, déchargées et ramenées, suivant la distance et la hauteur d'élévation » 0,45 » » 0,60 » »

Pour les Houilles:

- 1^o. Bennes posées sur wagonnets » 0,23 » » 0,26 » »
- 2^o. Bennes conduites aux dépôts ou trémies et ramenées » 0,27 » » 0,33 » »

Pour les cokes on doit compter à peu près le double des prix pour la houille.

Avec deux grues on peut décharger un bateau de 250 tonnes en 5 heures.

Les prix de revient des déchargements à la brouette sont évalués, de leur côté, comme suit:

Pour les calcaires:

- 1^o. Sortis des bateaux et transportés horizontalement à 2 relais de distance fr. 0,35 à fr. 0,40 p. tonne.
- 2^o. Mis en tas, suivant la distance et la hauteur » 0,50 » » 1,— » »

Pour les houilles:

- 1^o. Sorties des bateaux et conduites horizontalement à 2 relais de distance » 0,38 » » 0,40 » »
- 2^o. Mises en dépôt, suivant la distance et la hauteur » 0,60 » » 0,80 » »

Pour les cokes on doit également compter le double environ des prix pour la houille.

à reporter | — | — | 9.324 | 7.019 | 703.508 | 963.501 | 332.848 | 1035.456 | 1035.456

Désignation des ports et établissements industriels et commerciaux.	Nos des biefs.	Posi- tion des kilo- métrique.	Longueur de rives affectées aux opérations de chargement et de dé- chargement.		Total des mar- chandises.		Trafic total.		Tonnage approximatif manutentionné au moyen d'engins mécaniques.	OBSERVATIONS.
			sans mur de quai.	avec mur de quai.	em- bar- quées.	débar- quées.	Ports pu- blics.	Ports privés.		
Reports	—	Km. —	m. 9.324	m. 7.019	t. 703.508	963.801	632.848	1035.450	1038.650	
Port public de Dombasle	23	178.5	100	—	—	4.311	4.311	—	—	
Saline de Dombasle	23	178.6	—	47	112	2.532	—	2.644	—	Mur de quai construit par la saline; déchargement en section courante.
Port public de Sommerviller	22	180,5	75	—	18	866	884	—	—	
Saline de Sommerviller	21	181.5	—	78	13.052	4.694	—	17.746	—	Idem.
Saline de Crévic	21	181.6	—	43	3.092	1.080	—	4.172	—	Idem.
Port public de Crévic	20	184.—	100	—	174	845	1.019	—	—	
Saline de Maixe	20	186.—	—	88	5.408	2.936	—	8.344	—	Mur de quai construit par la saline.
Port public de Maixe	20	187.3	105	—	—	1.128	1.128	—	—	
Saline d'Einville	19	189.—	—	95	6.375	2.534	—	8.909	—	(AL) Bassin particulier construit par la saline.
Saline St Laurent d'Einville	18	190.5	—	110	32.878	5.471	—	38.349	32.000	Mur de quai construit par la saline. (AM)
Port public d'Einville	18	190.7	—	110	869	3.952	4.821	—	—	Mur de quai construit par l'État.
Port public de Beauzement	18	194.8	110	—	—	208	208	—	—	
Port public de Hénameuill	17	197.4	115	—	704	553	1.257	—	—	
Port public de Parroy	16	201.—	110	—	1.070	1.476	2.546	—	—	
Port public de Monacourt	15	203.5	112	—	354	827	1.181	—	—	
Port public de Xures	15	205.5	153	—	88	345	433	—	—	(AM) Les 40 m. en section courante
			40							

Il faut d'ailleurs à peu près trois fois plus de temps qu'avec les grues pour décharger un bateau.

La valeur de premier établissement des estacades, grues et accessoires, bâtiments et appareils de machinerie, abstraction faite de toutes installations spéciales à l'usine elle-même, est évaluable en nombre rond à 400,000 fr.

(AL) Les opérations de chargement et de déchargement se font dans un bassin particulier de 95 m. de long et 6 m. de large.

(AM) Cette saline possède du côté du contrehalage un mur de quai en section courante de 110 m. de long. Une estacade laissant libre la circulation le long du canal, et de plein pied avec l'intérieur de l'usine, sert à l'embarquement du sel gemme au moyen de trémies et autres machines. Le prix d'embarquement du sel gemme, pris sur wagonnets à la clôture de l'usine, est évaluable à 0,135 la tonne; celui du sel en sacs, pris au dépôt, à 120 m. de distance, à 0,62 la tonne. Le déchargement des houilles se fait à la brouette. Le prix de revient, avec mise en dépôt, à 25 m. du canal, est de fr. 0,40 environ.

(AN) A côté du port de Xures, dans un garage particulier de 40 m., sur 15 m., les houillères du Nord et de la Belgique effectuent des transbordements pour les expéditions sur les canaux à tirant d'eau encore réduit d'Alsace-Lorraine. Le prix de revient de ces transbordements qui se font simplement au jet de pelle, est évaluable à fr. 0,35 par tonne.

Totaux	—	—	10.344	7.590	787.702	997.559	650.841	1.114.620	500.850	
------------------	---	---	--------	-------	---------	---------	---------	-----------	---------	--

Résumé et observations.

Le tableau qui précède donne une idée complète du fonctionnement des ports du canal de la Marne au Rhin et permet de se rendre compte de l'allure de ces ports.

En conduisant les chiffres on peut en déduire les renseignements suivants:

Sur un trafic total de 767702 tonnes embarquées et 997559 tonnes débarquées, en tout 1765261 tonnes, environ 500650 t. sont manutentionnées au moyen d'appareils plus ou moins perfectionnés, tels que grues, treuils, estacades etc.; presque tous ces engins se trouvent sur les ports privés.

Sur le trafic total de 1 765 261 t. un tonnage de 1 114 620 t. est manutentionné sur les ports privés, ou en section courante, au droit de chantiers ou établissements particuliers.

Le trafic des ports publics ressort de son côté à 650 641 tonnes.

En se reportant aux notes données on peut voir que dans ce tonnage il est possible de séparer 370 818 tonnes fournies par le nombre limité de 43 gros transporteurs, industriels ou négociants, soit 8620 tonnes, en nombre rond, pour chacun de ces principaux intéressés.

Si on distrait du trafic des ports publics ce dernier tonnage, il reste d'une part 73828 tonnes transbordées sur 3 ports de raccordement et 205995 t. de marchandises diverses qu'on peut considérer comme représentant le trafic réellement public, c.-à.-d. le trafic réparti sur une généralité d'intéressés divers et indéterminés.

Ce tonnage de 205995 tonnes se répartit lui-même sur 60 ports publics donnant par suite une moyenne par port de 3433 tonnes; et, poursuivant l'analyse de cette répartition on trouve que ce même tonnage comprend:

35778 t. pour les seuls ports St^e Catherine et St Georges à Nancy;

49071 pour quatre ports, dont le tonnage est compris entre 10000 et 15000, savoir les ports de Bar-le-Duc, Menacourt, Nancy, Malzéville et Varangéville, avec une moyenne de 12268 t. par port;

48466 pour 7 ports, dont le tonnage est compris entre 5000 et 10000, savoir ceux de Revigny, Ligny, Houdelaincourt, Mauvages, Toul (porte de France) Toul (La Vacherie) et Nancy (Bonsecours), avec une moyenne de 6924 tonnes par port.

Enfin 72680 tonnes réparties en 48 ports divers, de moins de 5000 tonnes, avec une moyenne de 1514 tonnes par port.

Le prix de revient des diverses manutentions sont très variables, suivant la nature des marchandises et très difficiles à comparer en raison de la variété tant des moyens employés que du but poursuivi sur chaque port.

Le tableau ci-après, sans avoir rien d'absolu, peut être considéré comme donnant une idée approximative de quelques prix pratiquement réalisés:

	EMBARQUEMENTS.					DÉBARQUEMENTS.						
	Mine- rais.	Seis.	Calcal- res.	Tuy- aux.	Divers.	Cokes.	Houil- les.	Calcal- res.	Pierre de taille	Epice- ries.	Bois.	Divers.
à bras	—	—	—	0,90	0,30 à 0,50	0,60	0,40	—	—	0,50	0,50 à 1,—	0,55
à brulette	0,30	0,20 à 0,25	0,20	—	0,30 à 0,50	—	0,35	0,35	—	—	—	0,55
à wagonnet sur quai	0,20	0,20 à 0,25	—	—	0,20	—	0,35	—	—	—	—	0,40
id. surestacade	0,15	—	0,15	—	—	0,45	—	0,25	—	—	—	—
id. basculant	0,10 à 0,05	0,15 à 0,20	0,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
à bras	—	—	—	0,60	—	—	0,35	—	—	0,35	0,3 à 0,4	0,30
à vapeur ou à eau	—	—	—	—	—	0,45	0,25	0,24	—	—	—	—
à appareils spéciaux	0,10 à 0,05	0,135	0,10 à 0,05	—	—	0,20 à 0,30	—	—	0,40	—	—	—

Ces prix s'appliquent à des opérations d'une certaine importance et éliminent autant que possible toutes manœuvres étrangères aux chargements et déchargements proprement dits. Ils montrent dans ces conditions que l'emploi d'un outillage mécanique procure en général une certaine économie, mais que celle-ci est surtout importante lorsqu'il est possible d'employer des appareils spéciaux appropriés exclusivement à une nature déterminée de marchandises, chose qui n'est réalisable que sur les ports particuliers, ou sur de très grands ports publics.

Au point de vue de la rapidité et de la facilité des opérations, l'outillage procure des avantages très sérieux, plus importants peut-être encore que la différence brute, et difficilement évaluable dans bien des cas, des prix de revient. Dans les exemples cités, on peut constater que le temps de chargement, ou de déchargement mécanique d'un bateau, n'est, en général, que le tiers ou la moitié du temps nécessaire pour les mêmes opérations à bras. Souvent même, le bénéfice est plus considérable. En outre le nombre d'hommes employés est notablement diminué. Le temps gagné et le moins grand nombre de bras nécessaires sont presque toujours les questions prédominantes en matière d'outillage sur les grands ports publics comme sur les ports privés.

Ces quelques chiffres et explications résumés nous paraissent fournir une justification des considérations générales qui ont été développées en tête de la présente Note, principalement en ce qui concerne les ports publics, leurs besoins variés et leur classification possible. C'est à ce titre que nous la produisons.

CONCLUSIONS.

Comme conclusions des considérations générales développées dans la présente Note et des faits observés sur un grand nombre de ports de navigation intérieure tant publics que privés nous estimons qu'il serait utile de compléter comme suit les résolutions adoptées par le V^e Congrès (Paris 1892).

A la suite de l'art. 2, il y aurait lieu d'ajouter 3 paragraphes que nous proposons de libeller de la manière suivante:

2 bis. Dans chaque port le développement à donner à l'outillage doit, bien entendu, demeurer subordonné à l'importance et aux besoins réels du port.

Pour les ports importants qui sont appelés à recevoir un outillage complet (voies ferrées, hangars, magasins entrepôts, engins de manutention) cet outillage doit être établi conformément à un programme d'ensemble, qui assure une parfaite cohésion des divers éléments constitutifs de l'installation.

L'outillage de la voie navigable elle-même comporte, pour le chargement et le déchargement des marchandises et colis de dimensions ou de poids exceptionnels, l'installation d'engins spéciaux partout où les dits engins peuvent rendre des services.

D'autre part, nous proposons de compléter comme suit l'article 3:

3 bis. Les outillages privés peuvent être autorisés sur les ports publics, pourvu que leur installation ne soit pas contraire à l'intérêt général.

Pour assurer le développement de l'outillage sur les ports publics, il convient de favoriser et d'encourager le plus possible l'initiative privée.

Dans les ports de faible importance, il importe d'éviter toutes installations et toutes dépenses incomplètement justifiées. L'initiative privée paraît particulièrement apte, dans ces conditions, à donner des résultats économiques satisfaisants. Il convient toutefois de lui venir en aide en simplifiant notamment, dans la mesure du possible, les formalités nécessaires par l'installation et l'exploitation des engins.

Pour l'outillage des ports importants, ainsi que pour l'installation des engins spéciaux destinés à la manutention des marchandises de poids exceptionnel, les pouvoirs publics peuvent utilement intervenir, à défaut de l'initiative privée, soit directement, soit par l'intermédiaire de personnes morales agissant par délégation. Les concessions relatives à ces outillages doivent émaner du pouvoir central.

Toute concession d'outillage public comporte fixation de tarifs maxima, moyennant lesquels cet outillage sera mis à la disposition du public, sans préférence, ni faveur.

Il importe d'ailleurs d'affirmer le caractère précaire et révoquant des permissions en vertu desquelles les dits outillages peuvent être établis.

Paris et Nancy, le 25 Avril 1894.

A. MONET.

E. DARDENNE.

Inscriptions des Planches. Inschriften der Zeichnungen. Description of Plates.

PLANCHE I.	BLATT I.	PLATE I.
Mines de Lens et de Liévin.	Gruben von Lens und von Liévin.	Lens and Lievin Mines.
Glissières d'embarquement.	Gleitbahnen.	Loading shoots.
Fours à coke.	Kokesöfen.	Coke ovens.
Maison du préposé.	Haus des Vorstehers.	House of officer in charge.
Pont de halage.	Leinpfadbrücke.	Tow-path bridge.
Appareil de transbordement.	Umschlagapparat.	Trans-shipping apparatus.
Voie principale.	Hauptweg.	Principal way.
Wagons vides.	Leere Waggonen.	Empty waggons.
Vente par voiture.	Verkauf in Wagenladungen.	Sale by waggon-load.
Maison du chef de quai.	Haus des Kaivorstehers.	House of wharf master.
Mines de Béthune.	Gruben von Béthune.	Béthune Mines.
Voie de service reliée à la ligne de	Anschlussgeleise an die Eisenbahn	Railway connected with the line of
Voies desservant les voies de triage.	Zu den Rangirgeleisen führende Geleise.	Lines serving sorting lines.
Voies de triage.	Rangirgeleise.	Sorting lines.
Culbuteurs automatiques.	Geleise für die Ladung von Holz und die Einschiffung von gesiebten Kohlen.	Automatic tilting waggons.
Voie de chargement de bois et embarquement de cribles.	Zugkette und Speisungspumpe.	Line for loading wood and sifted coals.
Chaîne de touage et pompe alimentaire.	Waagen.	Sunken chain and feeding pump.
Bascules.	Holzlager.	Weighing machines.
Dépôt de bois.	Kokesöfen.	Timber ware-house.
Fours à coke.		Coke ovens.
Charbonnages d'Anzin et Forges de Denain.	Kohlengruben von Anzin und Hüttenwerke von Denain.	Anzin colliery and Denain Iron-works.
Verrerie.	Glasfabrik.	Glass-works.
Chemin latéral.	Seitenweg.	Side-road.
Sentier.	Fusspfad.	Foot-path.
Plan d'ensemble des ports.	Gesamtaussicht der Häfen.	Comprehensive projection of ports.
Gares d'eau des Charbonnages d'Anzin.	Hafenbecken der Kohlengruben von Anzin.	Water stations of the collieries of Anzin.
Dépôt de Combles.	Stätteplatz.	Space for deposit of goods.
Mélangeur.	Mischapparat.	Mixer.
Quai aux charbons.	Kohlenwerft.	Coal wharf.
Embarquement à la grue.	Einschiffung mit Krähen.	Shipment by means of cranes.
Embarquement des briquettes et des gailleteries à la main.	Einschiffung von Press- und Nuss-Kohlen durch Handarbeit.	" " of briquettes and nuts, by hand.
Halle de dépôt de gailleteries.	Lagerschuppen für Nusskohlen.	Ware-house for nuts (coal).
Forges et hauts fourneaux.	Eisenwerke und Hochöfen.	Iron works and blast furnaces.
Pont tournant.	Drehbrücke.	Swinging bridge.
Bras de décharge.	Abflussarm.	Over-flow passage.
Entrée des bateaux.	Einfahrt der Schiffe.	Entrance for boats.

Mines de Noeux.

Rigole de dessèchement.
Gare de triage.
Employés du rivage.
Estrade.
Bassin de virement.
Voie venant des fosses.
Machine élévatoire alimentant les fosses.
Ecurie.
Pont levis.
Charbons en dépôt.

Mines de Courrières.

Chemin de halage.
Aqueduc.
Pont fixe.
Mur de quai.
Machine du tonnage.
Bascule.
Château d'eau.
Voie directe.
" de manoeuvres.
" de triage et de composition.

Voies des trémies.
" des grues.
Voie pour la vente au comptant.

Mines de Bruay.

Limite des terrains de la Cie. des Mines.
Voies ferrées reliant les fosses au canal.
Maison d'habitation du Chef du rivage.
Maisons de gardes.
Dépôt pour la vente en détail.
Hangar pour déposer du charbon.
Bassin pour l'embarquement des charbons.
Terrain pour déposer les stocks de la Compagnie du Gaz Parisien.
Château d'eau.
Maison d'habitation de l'affréteur.
Bassin pour le déchargement des bateaux de bois et divers.
Terrain pour les dépôts de bois.
Basculeurs hydrauliques pour décharger les wagons dans les bateaux.
Prise d'eau pour la locomotive.

Mines de Marles.

Indicateur de direction.
Voies de garage.
Voies de service.
Traversée.
Voie d'arrivée des wagons chargés.

Gruben von Noeux.

Entwässerungsgraben.
Rangirbahnhof.
Werftbeamte.
Ladegerüst.
Ausweich- (Wende-) Becken.
Von den Gruben kommendes Geleise.
Hebemaschine, welche die Gruben bedient.
Stall.
Aufziehbrücke.
Kohlenlager.

Gruben van Courrières.

Leinpfad.
Aquaeduct.
Feste Brücke.
Kaimauer.
Schiffszugmaschine.
Waage.
Wasserstation.
Durchgehendes Geleis.
Rangirgeleise (zum Ueberführen auf andere Linien etc.).
Rangirgeleise (zum Sortiren von Waggonen und Zusammenstellen von Zügen etc.).
Ladetrichtergeleise.
Krahengeleise.
Geleise für den Verkauf gegen Baarzahlung.

Gruben von Bruay.

Grenze des Geländes der Grubengesellschaft.
Geleise zwischen den Gruben und dem Kanale.
Wohnhaus des Werftvorstehers.
Aufseherhäuser.
Niederlage für den Kleinverkauf.
Kohlenschuppen.
Becken zum Einschiffen von Kohlen.
Lagerplätze für die Vorräthe der Pariser Gasgesellschaft.
Wasserstation.
Wohnhaus des Verfrachters.
Becken zum Ausschiffen von Holz und anderen Gütern.
Holzlagerplätze.
Hydraulische Hebekipper zum Entladen von Waggonen in die Schiffe.
Speisepumpe für Lokomotiven.

Gruben von Marles.

Richtungszeiger.
Parkirungsgeleise.
Durchgehende Geleise.
Kreuzung.
Ankunftsgeleis für beladene Waggonen.

Noeux Mines.

Trench for drying purposes.
Sorting station.
Lightermen.
Platform.
Turning basin.
Railroad coming from the pits.
Elevating machine for feeding the pits.
Stables.
Draw-bridge.
Stacked coal.

Courrières Mines.

Tow-path.
Aqueduct.
Stationary bridge.
Quay of masonry.
Sunken cable for movement of ships.
Weighing machine.
Water Station.
Direct Line.
Line for manoeuvring trains.

Line for sorting and making trains.
Funnel lines.
Crane
Line for (cash) sales.

Bruay Mines.

Boundary of land owned by mining Co.
Railroads connecting the pits with the canal.
House of the wharf master.
Keepers' houses.
Warehouse for retail sales.
Shed for storing coal.
Dock for shipment of coal.
Ground for storing the stock of the Paris Gas Works Co.
Water station.
Freighter's house.
Dock for unloading timber and other boats.
Ground for storing timber.
Hydraulic coal-tip for unloading waggonen into boats.
Locomotive feeding-pump.

Marle Mines.

Direction indicator.
Sidings.
Railroads.
Crossing.
Line where loaded waggonen arrive.

Remise pour les travaux.
Voie de la vente à la campagne.

Concierger.
Surveillant.
Entrée des voitures.
Voies des bois.

PLANCHE II.

Mines de Noeux.

Coupe transversale.
Bateau en chargement.
Mouvement de manoeuvre de la trémie.
Contrepoids équilibrant.
Eec mobile.
Wagon en déchargement.
Grue opérant le basculement des caisses des wagons.

Mines de Courrières.

Vide et plein.
Trappe mobile.
Mouvement de commande.
Passerelle.
Treuil de halage.
Chaudière.
Appareil de touage du bateau.
(Pour les autres inscriptions, voir les traductions sous „Mines de Noeux”).

Mines de Liévin.

Axe de la voie.
Mobile.
Fixe.
Surface de chauffe.
Bornes à pivot.
Cylindres éleveurs.
Crochets de soulèvement.
Bache d'alimentation.
(Pour les autres inscriptions voir les traductions sous „Mines de Noeux”).

PLANCHE III.

Mines de Lens.

Élévation parallèle.
Anneau.
Piton.
Vanne.
Cylindre de basculement.
Coupe transversale suivant l'axe d'une glissière.
(Pour les autres inscriptions, voir les traductions „Planche II”).

PLANCHE IV.

Mines de Béthune.

Basculeur à pendule différentiel.
Vue de face.

Arbeitsschuppen.
Geleis für den Verkauf nach dem flachen Lande.
Pfortner.
Aufseher.
Einfahrt für Wagen.
Geleise für Holztransporte.

BLATT II.

Gruben von Noeux.

Querschnitt.
Fahrzeug in Ladung.
Bewegung des Ladetrichters.

Gegengewicht.
Bewegliches Endstück.
Zu entladender Waggon.
Krahn zum Kippen der Waggon-kasten.

Gruben von Courrières.

Leer und beladen.
Fallthür.
Führung.
Laufbrücke.
Zugwinde.
Dampfkessel.
Schiffszugapparat.
(Die Uebersetzung der sonstigen Inschriften findet man unter „Gruben von Noeux”).

Gruben von Liévin.

Achse des Geleises.
Beweglich.
Fest.
Heizfläche.
Zapfenklötze.
Hubcylinder.
Haken zum Heben.
Wasserkasten.
(Die Uebersetzung der übrigen Inschriften findet man unter „Gruben von Noeux”).

BLATT III.

Gruben von Lens.

Parallelschnitt.
Ring.
Zapfen.
Schütze.
Cylinder zum Kippen.
Querschnitt in der Achse einer Gleitbahn.
(Die übrigen Inschriften findet man übersetzt unter „Blatt II”).

BLATT IV.

Gruben von Béthune.

Kippapparat mit Differential-Pendel.
Vorderansicht.

Work shop.
Line for country sale.
Porter.
Care-taker.
Waggon entrance.
Timber line.

PLATE II.

Noeux Mines.

Transverse section.
Boat loading.
Movement of the funnel.

Counter-balancing weight.
Moveable end of funnel.
Waggon unloading.
Crane tipping the waggons.

Courrières Mines.

Empty and full.
Trap-door.
Leading.
Foot-bridge.
Windlass.
Boiler.
Fixed cable.
(For other descriptions, see the translations under „Noeux Mines”).

Lievín Mines.

Main line.
Moveable.
Fixed.
Heating surface.
Pivot guiders.
Elevating cylinders.
Lifting hooks.
Feeding tank.
(For other descriptions, see translations under „Noeux Mines”).

PLATE III.

Lens Mines.

Parallel elevation.
Ring.
Ringbolt.
Flood-gate.
Cylinder of coal-tip.
Transverse section at end of funnel.
(For other descriptions see translations under Plate II).

PLATE IV.

Bethune Mines.

Coal-tip with differential pendulum
Front view.

Charbonnages d'Annezin.

Chargement des charbons mélangés.
 Vanne de la trémie.
 Noria.
 Câble sans fin.
 Coins de calage latéral du wagon.
 Contrepoids différentiels.

Kohlenbergwerke von Annezin.

Verladung gemischter Kohlen.
 Schütze des Ladetrichters.
 Becherwerk.
 Kabel ohne Ende.
 Seitliche Hemmkeile, welche den Waggon halten.
 Differential-Gegengewichte.

Annezin Collieries.

Loading of mixed coals.
 Funnel door.
 Elevator.
 Continuous cable.
 Wedge to stop waggons.
 Differential counter-balancing weights.

PLANCHE V.

Trafic moyen.
 Débarquements.

Houilles. { sur wagon avec les grues.
 à terre avec les grues.
 " " à la brouette.

Castine.
 Pyrites.
 Fontes.
 Ferrailles.
 Scories.
 A terre par wagon avec les grues.

Fers et tôles mis à terre à bras
 et repris pour être chargés sur
 bateau à bras ou avec les grues.

Grosses pièces chargées avec la
 grande grue.
 Anthracite prise au wagon et em-
 barquée à la brouette.

Appareil de levage
 Prise d'eau.
 Corps de garde.
 Gardien du port.
 Voie des grues roulantes.
 Fosse de chargement des wagons.

Rigole.
 Terre.
 Escarbilles.
 Etang.

BLATT V.

Durchschnittlicher Verkehr.
 Ausschiffungen.

Kohlen. { mittels Krähnen auf Waggon.
 " " " " das Ufer.
 " " Karren " " "

Kalkstein.
 Kies.
 Gusseisen.
 Alt Eisen.
 Schlacken.
 Mit Krähnen auf Waggon und
 dann auf das Gelände.

Eisen und Bleche mit der Hand
 auf das Ufer gebracht, von da
 mit der Hand oder mit Krähnen
 in Schiffe verladen.

Grosse Stücke, verladen vermittelt
 des grossen Krähnes.
 Anthracitkohlen, vom Waggon ent-
 nommen und mit Karren einge-
 schifft.

Hebeapparat.
 Speisepumpe.
 Wächterhaus.
 Hafenwächter.
 Laufkrähngeleis.
 Lagerplatz für Beladung der Wag-
 gons.
 Wassergraben.
 Erde.
 Gestübbe.
 Teich.

PLATE V.

Average traffic.

Unloading of
 into waggons by means of cranes
 on shore " " " wheel
 " " " " " " " barrows.

Limestone flux.
 Pyrites.
 Cast-iron.
 Old iron.
 Slag.
 Ashore in waggons by means of
 cranes.

Iron and sheet iron put ashore by
 hand and removed to be loaded
 on board boats by hand or by
 means of cranes.

Large objects loaded by the large
 crane.
 Anthracite coal taken in waggon-
 loads and shipped by means of
 wheel-barrows.

Lifting apparatus.
 Feeding pump.
 Watch.
 Harbour watchman.
 Rails for moveable cranes.
 Place for loading waggons.

Trench.
 Earth.
 Cinders.
 Pond.

PLANCHE VI.**Mines de Blanzy.**

Ateliers de lavage et criblages.

Estacade.
 Vente au détail.
 Grue pour le chargement du coke.
 Brai.
 Estacades pour le chargement direct
 au moyen de wagonnets.
 Garage.

Port des Papeteries d'Essonne.

Voie des grues.
 Réfectoire.
 Galerie filtrante souterraine.

BLATT VI.**Gruben von Blanzy.**

Arbeitsplätze zum Waschen und
 Sieben.
 Ladegerüst.
 Kleinverkauf.
 Krahn zum Verladen von Kokes.
 Pech.
 Ladegerüste für die directe Verla-
 dung mit kleinen Waggonen.
 Liegeplatz.

Hafen der Papierfabrik von Essonne.

Krahngeleis.
 Speisehalle.
 Unterirdischer Filtrirgang.

PLATE VI.**Blanzy Mines.**

Washing and sifting yards.

Raised platform or scaffolding.
 Retail sale.
 Crane for the loading of coke.
 Pitch.
 Platform for direct loading of by
 means of small waggons.
 Sidings.

Port of the Paper Works of Essonne.

Rails for cranes.
 Dining room.
 Subterranean filter bed.

Beine. Bassin souterrain et puisage.	Harz. Unterirdisches Becken und Schöpfstelle. Kessel und Pumpen. Querschnitt des Hafens in der Achse eines Krahnes.	Resin. Subterranean basin and drainage. Boilers and pumps. Cross section of the port following the line travelled by a crane.
Chaudières et pompes. Coupe en travers du port suivant l'axe d'une grue.	Hafen der Hütten- und Walzwerke von Marnaval.	Port of the Iron Works and Rolling Mills of Marnaval.
Port des Forges et Laminoirs de Marnaval.		
Raccordement. Chemin de halage. Pont leviss. Quai en maçonnerie. Matières premières. Voie souterraine. Voie de reprise de Trappes. Pont tournant en construction.	Anschlussgeleis. Leinpfad. Aufziehbrücke. Gemauert Kai. Rohstoffe. Unterirdisches Geleis. Geleis zum Wiederaufladen von Fallthüren. In Bau befindliche Drehbrücke.	Junction. Tow-path. Draw-bridge. Quay of masonry. Raw materials. Subterranean way. Line for reloading of Trap-door. Swinging bridge in course of construction.
Fontes. Élévation de côté. " " face. Culbuteurs des estacades à trémies.	Gusseisen. Seitenansicht. Vorderansicht. Kippapparate der Ladegerüste mit Gleitbahnen. Hafenverkehr. Versandt. Angekommene Güter.	Cast iron. Elevation of the side. " " front. Tilting apparatus of the platforms upon which are the funnels. Traffic of the port. Sailings. Arrivals.
Traffic du port. Expéditions. Arrivages.		
Ports de Nancy.	Häfen von Nancy.	Ports of Nancy.
Rue particulière. Bureau de navigation et pontier.	Privatstrasse. Schiffahrtsbureau und Brückenwärter.	Private street. Shipping office and bridge keeper.
Commerce. Bois et combustibles. Bois de construction. Pont roulant. " flottant. Grue sur estacade. Grue mobile, pivotante et roulante sur rails. Usine à Gaz. Bassin particulier. Pierres de taille. Pour les fûts de vin.	Handel. Holz und Brennstoffe. Bauholz. Rollbrücke. Schwimmende Brücke. Krahn auf Ladegerüst. Auf Schienen laufender Drehkrahn. Gasanstalt. Privatbecken. Hausteine. Für Weinfässer.	Trade. Timber and combustibles. Building timber. Rolling bridge. Floating bridge. Crane on platform. Moveable crane, turning and rolling on rails. Gas works. Private dock. Cut stone. For wine-casks.
Port de Neuves-Maisons.	Hafen von Neuves-Maisons.	Port of Neuves-Maisons.
Chemin de fer industriel. Raccordement. Voie de m. Appareil de chargement des mine-raies. Hauts fourneaux. Voie de service. Fonderie. Dépôt de crasses. Ciment de laitier. Jetée. Voie de la grue roulante. Prise d'eau. Branche sud. Ancienne ballastière. (Pour les autres inscriptions, voir les traductions sous „Planche II”).	Industriebahn. Anschlussgeleis. Spurweite m. Apparat zum Verladen von Mineralien. Hochöfen. Durchgehendes Geleis. Giesserei. Schlackenlager. Schlackencement. Landungsbrücke. Laufkrahngeleis. Speisepumpe. Südlicher Arm. Ehemalige Kiesgrube. (Die Uebersetzung der übrigen Inschriften findet man unter „Blatt II”).	Goods line. Junction. Line m. Apparatus for loading ores. Blast furnaces. Railway lines. Foundry. Rubbish heap. Slag cement. Pier. Line of the rolling crane. Feeding pump. Southern branch. Old gravel-pit. (For other descriptions see translation under „Plate II”).

Mines de Bruay.

Basculeur hydraulique.
Mouvement de commande de la porte de la trémie.
Tablier mobile articulé placé entre le wagon et la trémie.
Taquets de calage.

PLANCHE VII.

Détails de l'outillage.
Couloir mobile.
Coupe sur l'axe de l'appareil et sur la trémie longitudinale.
Vue de face.
Coupe de l'estacade, la trémie longitudinale enlevée.
Estacades de chargements en bateaux des houilles criblées.
Trémie de chargement direct sur le pont du bassin.
Wagon servant aux embarquements par les trémies du pont et de la grande estacade.

PLANCHE VIII.

Port particulier de l'Usine Solvay.
Fig. 1. Coupe de la grande passerelle au droit d'une grue.
Fig. 2. Appareil funiculaire pour le déchargement des houilles.
Cabine de manoeuvre.
Passerelle de protection.
Dépôt de houilles.
Fig. 3. Grande passerelle par dessus la route et le canal.
Élévateur hydraulique.
Fig. 4. Calcaires.
Fig. 5. Élévation générale de la grande estacade.
Fig. 6. Élévation d'une travée.

Plan (de l'Usine de Solvay).

Propriétés diverses.
Atelier de concassage.
Calcaire.
Fabrication de la chaux.
Passerelle publique pour piétons.
Appareil funiculaire.
Cabine.
Soudière.
Générateur.
Terre-plein.

Gruben von Bruay.

Hydraulischer Kippapparat.
Führung der Ladetrichterthür.
Bewegliches, gegliedertes, zwischen dem Waggon und dem Ladetrichter liegendes Schutzblech.
Schutzklampen.

BLATT VII.

Nähere Darstellung der Ausrüstung.
Bewegliche Lauftrappe.
Schnitt in der Achse des Apparates und Längsschnitt des Ladetrichters.
Vorderansicht.
Durchschnitt des Ladegerüstes nach Entfernung des Ladetrichters.
Ladegerüste zum Verladen von gesiebten Kohlen in Schiffe.
Ladetrichter zum directen Verladen von der Hafenbrücke aus.
Waggon, welcher zur Verschiffung mittels der Ladetrichter auf der Brücke und auf dem grossen Ladegerüste dient.

BLATT VIII.

Privathafen der Fabrik Solvay.
Fig. 1. Querschnitt der grossen Laufbrücke bei einem Krahne.
Fig. 2. Seilbahnapparat zum Ausladen von Kohlen.
Steuerungshütte.
Schutzbrücke.
Kohlenlager.
Fig. 3. Grosse Laufbrücke über der Chaussée und dem Kanale.
Hydraulischer Aufzug.
Fig. 4. Kalkstein.
Fig. 5. Längsschnitt des grossen Ladegerüstes.
Fig. 6. Längsschnitt eines Joches.

Plan (der Fabrik Solvay).

Verschiedene Besitzungen.
Stampfwerk.
Kalkstein.
Kalkfabrikation.
Oeffentliche Fussgängerbrücke.
Seilbahn.
Hütte.
Sodafabrik.
Generator.
Ufergelände (Erddamm).

Bruay Mines.

Hydraulic coal-tip.
Manner of regulating the door of the funnel.
Moveable linked platform placed between the waggon and the funnel.
Butts for stopping waggons.

PLATE VII.

Particulars respecting the plant.
Moveable gangway.
Section through the middle of the apparatus, longitudinally through the funnel.
Front view.
Section of platform (or scaffolding), the funnel removed.
Platforms for loading boats with sifted coals.
Funnel for loading direct upon the bridge of the dock.
Waggon for the use of vessels with the aid of funnels of the bridge and large platform.

PLATE VIII.

Private Port of the Solvay works.
Fig. 1. Section of the large bridge in front of a crane.
Fig. 2. Funnicular apparatus for the unloading of coals.
Workman's box.
Protection bridge.
Stock of coal.
Fig. 3. Large bridge over the road and the canal.
Hydraulic elevator.
Fig. 4. Limestone.
Fig. 5. General view of the large platform.
Fig. 6. Elevation of an arch.

Projection (of the Works of Solvay).

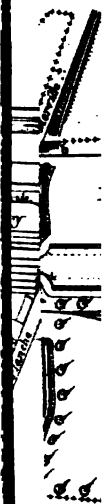
Various properties.
Crushing works.
Lime stone.
Manufacture of lime.
Public foot-bridge.
Funnicular apparatus.
Cabin.
Soda factory.
Generator.
Earthen dam

*Inscriptions souvent répétées.**Häufig vorkommende Inschriften.**Words frequently repeated.*

Basculeur.	Kippapparat (Hebekipper).	Coal-tip.
Briquettes.	Presskohlen.	Briquettes.
Charbons.	Kohlen.	Coals.
Chemin communal.	Gemeindeweg.	Road built by the corporation.
Chemin de halage.	Leinpfad.	Tow-path.
" " contre-halage.	Stromaufwärts führender Leinpfad.	Counter tow-path.
Contrepoids.	Gegengewicht.	Counter-balancing weight.
Coupe transversale.	Querschnitt.	Transverse section.
Crible.	Sortirsieb, Siebwerk.	Sorting apparatus.
Dépôt.	Lager.	Stores.
Échelle.	Maasstab.	Scale.
Écluse.	Schleuse.	Lock (or sluice).
Élevateur hydraulique.	Hydraulischer Aufzug.	Hydraulic elevator.
Fosse.	Grube.	Pit.
Barrière-barrière.	Bahnwärter.	Keeper.
Crane.	Krahn.	Crane.
Quai d'embarquement.	Einschiffungskai.	Shipping wharf.
Raccordement.	Anschluss (Eisenbahn-).	Junction.
Route nationale.	Heerstrasse (Landstrasse).	Road built by the state.
Sable.	Sand.	Sand.
Tremie.	Ladetrichter.	Funnel for lading purposes.
Treuil.	Winde.	Windlass.

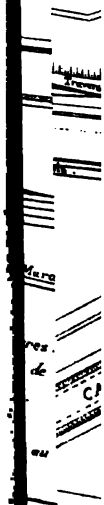
as - d

ne



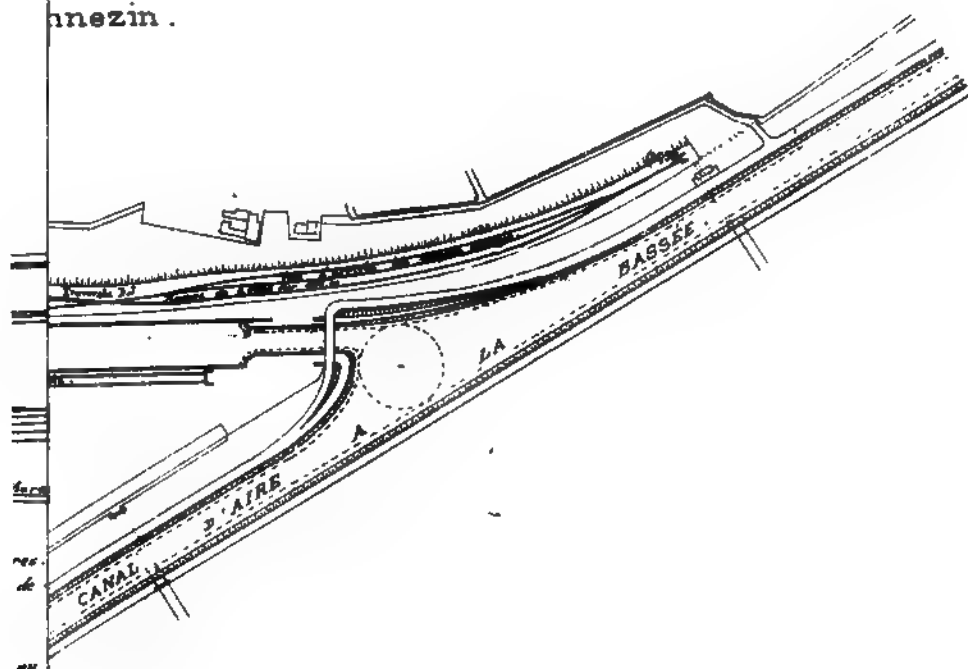
RL

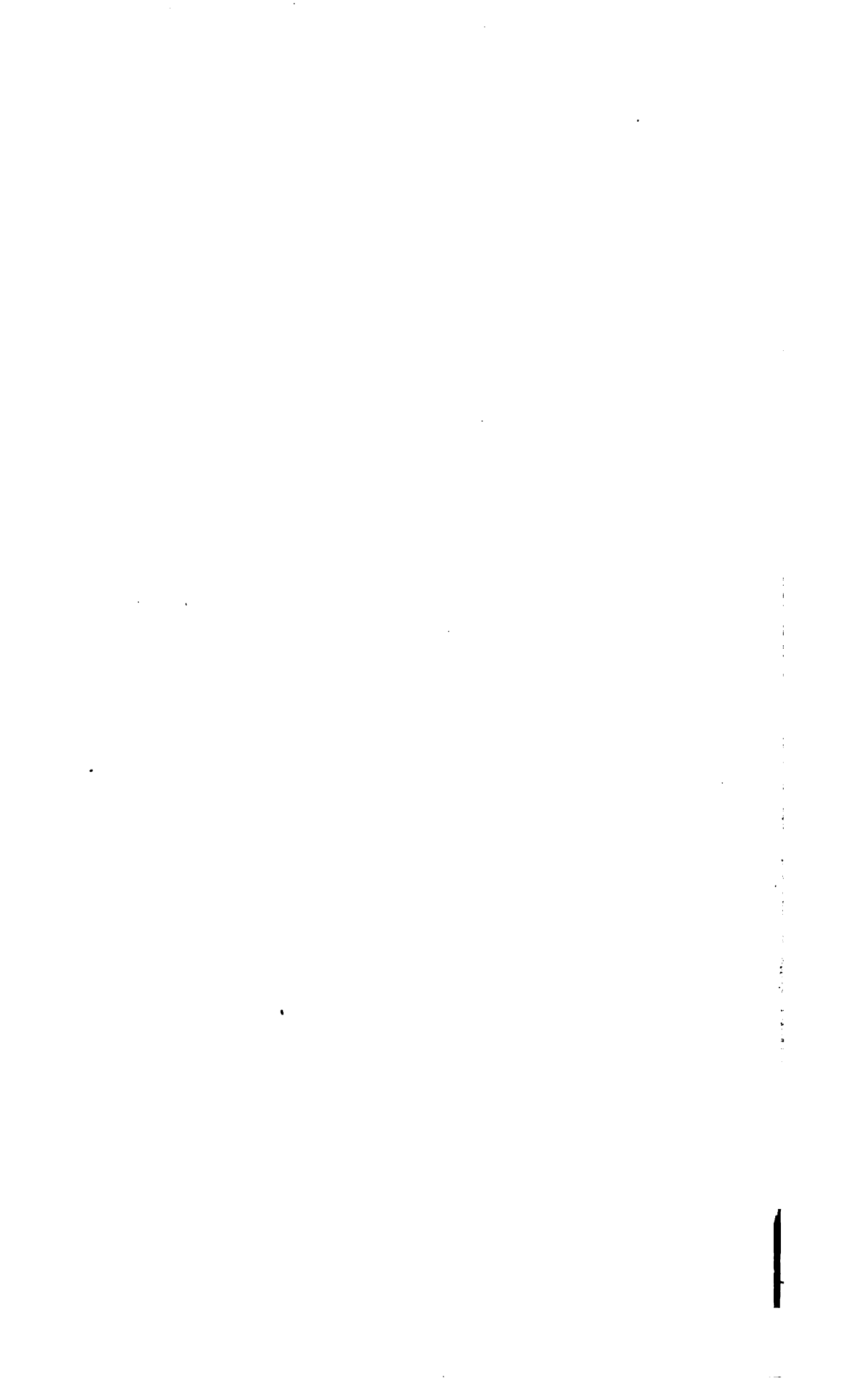
ane



RLES.

nezin.





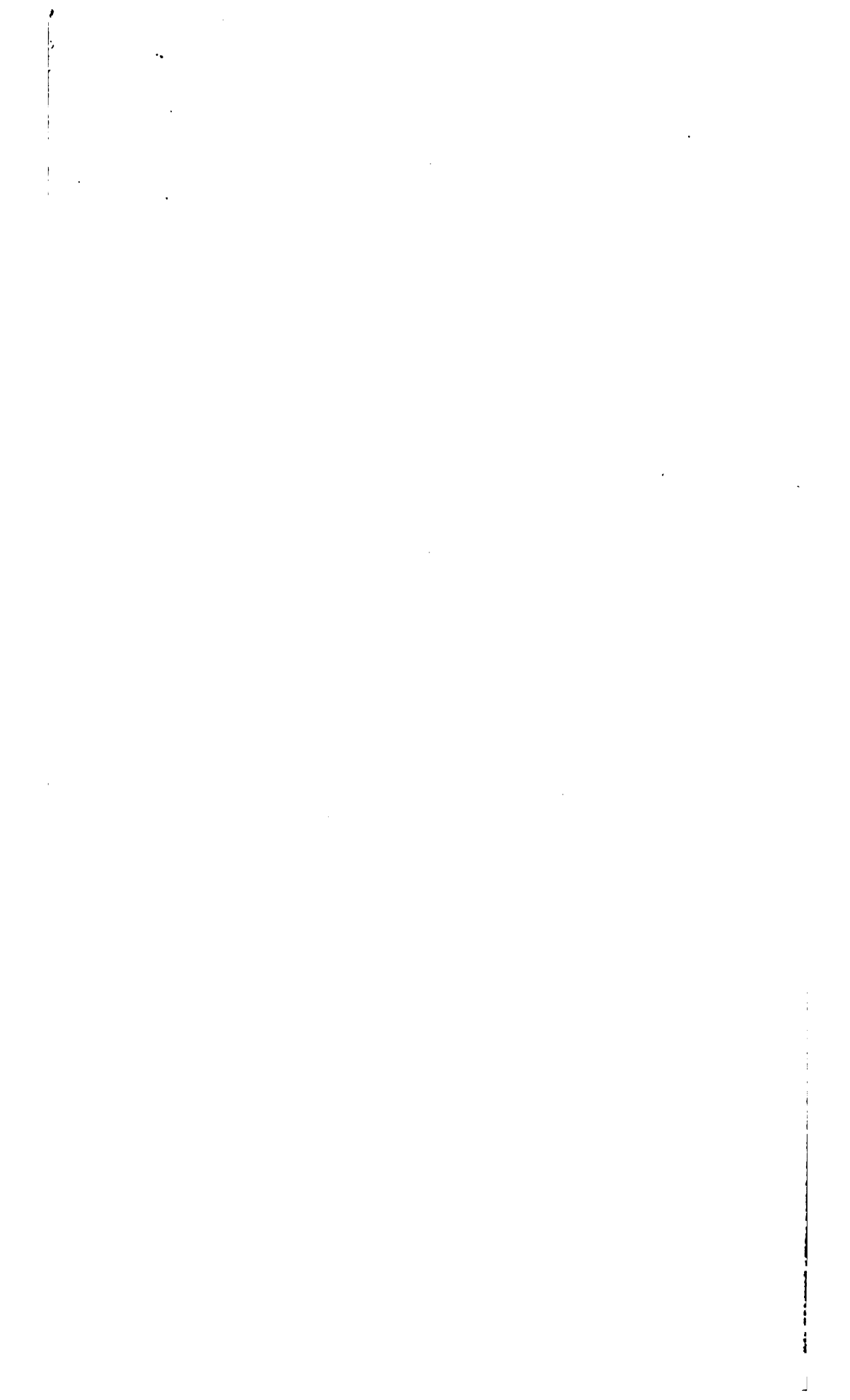
ENS

din



par mètre

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



avance du pos
s d'une fois



$\frac{1}{200}$

Tre

Année	Ex
1885	
1886	
1887	
1888	
1889	
1890	
1891	
1892	
1893	

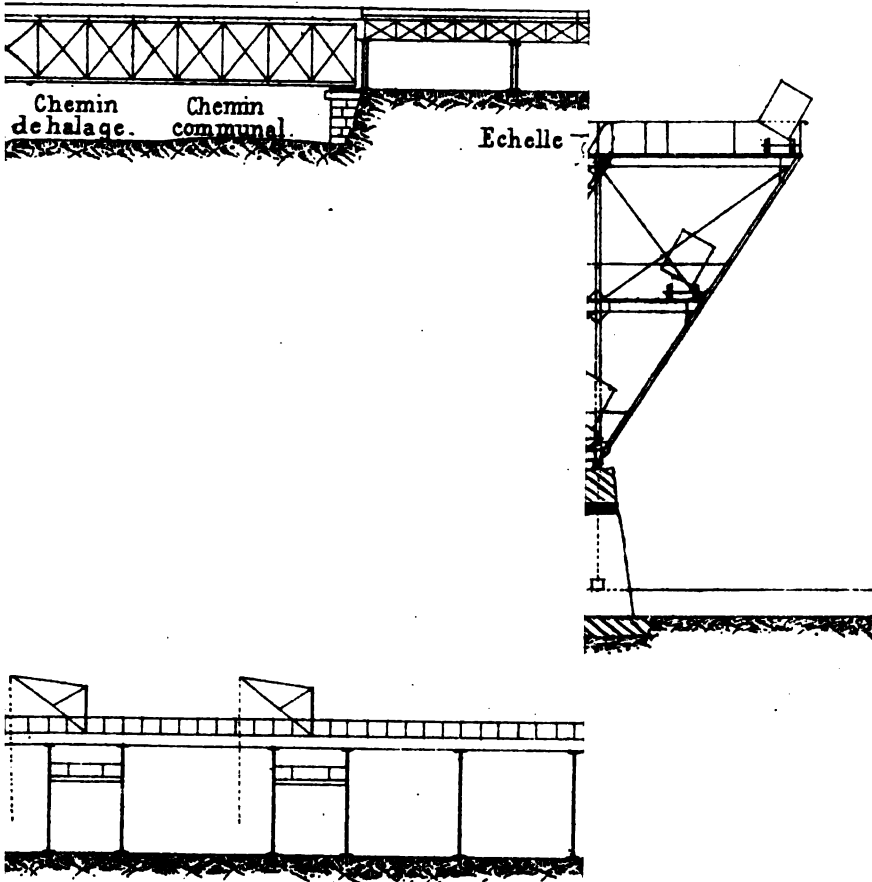




第 八 卷

八

le canal . (fig. 3) .



VI^m CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

LA HAYE, 1894.

2^e QUESTION.

LE PORT DE ROTTERDAM

PAR

G. J. DE JONGH

Ingenieur en chef, Directeur des travaux de la ville.

LA HAYE,

Typ. de BELINFANTE FRÈRES, A. D. SCHINKEL Succ.,

PAVELJOENSGRACHT, 19.

1894.



Segrand fund

Sixième Congrès international de Navigation intérieure

LA HAYE. 1894.

OUTILLAGE DES PORTS DE NAVIGATION.

LE PORT DE ROTTERDAM

PAR

G. J. DE JONGH

Ingenieur en chef, Directeur des travaux de la ville.

L'aspect seul des différents ports de l'Europe suffit à faire ressortir, d'une façon frappante, à l'œil de l'observateur, la différence des systèmes qui ont présidé à leur construction. Là domine l'étendue du sol, là celle de l'eau, le rapport n'est pas le même entre l'espace abrité et l'espace découvert le long des quais, l'outillage de manutention des chargements présente une plus ou moins grande importance, le mode de reliement aux voies ferrées n'est pas partout semblable et ainsi du reste.

Les vieux ports qui ont une histoire sont surtout remarquables à cet égard. On en voit dont le mode d'établissement est absolument primitif et qui, néanmoins, ont conquis et conservé une grande importance. D'autres, doués des avantages de la construction la plus moderne, ne font, au contraire, que languir de la plus triste façon.

Ce qui dans certains ports est considéré comme de la plus haute importance est, dans d'autres, négligé comme facteur insignifiant.

L'administration des uns comme celle des autres peut néanmoins en prendre également à cœur les intérêts. Pour juger sainement les systèmes divers de construction et d'exploitation de chaque établissement maritime, il faut en connaître et l'histoire et le genre d'activité. Cette connaissance doit être approfondie, s'il s'agit de tirer, avec justesse, les conséquences pratiques et de déterminer quelles modifications, quels perfectionnements, peut, par analogie de circonstances, inspirer l'imitation de ce qui existe. Les résultats obtenus dans l'exploitation des ports, sont plus instructifs que les ouvrages et les cours les plus doctes, à la condition toutefois qu'on se

rende parfaitement compte de l'état de choses dans lequel on les obtient.

C'est pour cela qu'en quelques courtes pages, nous allons tâcher de donner un aperçu concernant le port de Rotterdam, son histoire, la nature de son activité, le détail de sa construction, ses avantages et ce qu'il laisse à désirer.

LE PORT DE ROTTERDAM. (1)

C'est à leur situation géographique que les Pays-Bas doivent principalement le développement et la prospérité de leur commerce et de leur navigation. Situés entre les pays riverains de la Baltique et ceux du midi de l'Europe et à l'embouchure d'un fleuve qui pénètre jusqu'au cœur de ce continent, au moyen âge, ils en étaient le marché principal.

Bruges, Gand, Anvers étaient alors les lieux de rendez-vous des commerçants de tous les pays. Les navires espagnols et portugais y apportaient les marchandises du midi de l'Europe et celles des Indes, qui avaient atteint la Méditerranée par Alexandrie ou par Constantinople. Là arrivaient, par la navigation de la Baltique, les produits de la Russie et des contrées du nord, là aussi, par le Rhin et la Moselle, les vins précieux de l'Allemagne et le bois de ses forêts. Là affluaient aussi les produits de l'industrie flamande, parmi lesquels les toiles et les lainages tenaient une large place.

La partie méridionale des Pays-Bas tenait la tête du mouvement, mais celle du nord profitait néanmoins aussi de cette prospérité. Ni Bruges, ni Anvers ne prenaient elles-mêmes une part importante au mouvement naval de leurs propres ports. Ce mouvement appartenait aux pays étrangers et aux villes du nord de la contrée. Ces dernières surent même bientôt s'y assurer la prépondérance.

Originellement, la navigation s'y bornait à la pêche maritime pour la consommation locale ; Rotterdam ne fut d'abord qu'un village de pêcheurs. La découverte de l'art d'encaquer et de saler le hareng, qui fit de ce poisson un article d'exportation lointaine, ouvrit une ère nouvelle aux Pays-Bas. Les pêcheurs commencèrent à porter eux-mêmes leurs produits sur tous les marchés, en échange de denrées exotiques ; à chercher eux-mêmes le sel dont ils avaient besoin, dans les ports du Brouage et de la Rochelle, de Santa-Maria et de San-Lucar.

En 1475, Hoorn et Enkhuisen avaient à elles seules en mer une flotte de soixante-dix bâtiments chargés de sel. La pêche du hareng devint à tous égards une mine d'or pour notre pays.

(1) Les détails historiques concernant le commerce et la navigation dans les siècles passés sont empruntés à l'ouvrage du docteur R. FRUIN : « Dix années de la guerre de quatre-vingts ans, 1588—1598 ».

En 1562, on estimait à sept cents le nombre des bateaux nommés *buses* qui s'en occupaient, et dont six cents appartenaient à la Hollande et à la Zélande. Parallèlement à celui de la flotte de pêche, la flotte de commerce prenait aussi un grand développement. Celle de la province de Hollande comprenait, d'après les évaluations du temps, de huit cents à mille bâtiments de mer. En rade, Amsterdam avait parfois cinq cents gros navires, presque tous hollandais.

Les Hollandais avaient conquis la prépondérance sur mer. Par là s'était considérablement accrue et généralisée la prospérité de leur pays. Tel était l'état des choses quand, en 1568, éclata le soulèvement de la petite Néerlande contre la puissante Espagne. La victoire vint de la mer. A l'aide de leurs flottes considérables, les Pays-Bas septentrionaux réussirent à chasser l'Espagnol de leur territoire. Les Pays-Bas du sud, qui, comme nous l'avons vu, ne disposaient pas des mêmes ressources, n'y purent réussir et éprouvèrent ainsi doublement les calamités de la guerre. En quelques années seulement, les cités flamandes Bruges et Anvers, florissantes entre toutes, déchurent complètement. Le commerce et l'industrie se déplaçaient entièrement vers les villes de la Hollande. La dépopulation en arriva à un tel point qu'à Anvers un nombre considérable de maisons restaient vides, et qu'on était obligé de payer des gens pour les habiter et les garder.

Tout en bloquant les ports flamands, les gueux réussirent à garder la mer ouverte pour eux-mêmes. Fait très remarquable, malgré les hostilités, durant quelques années, le commerce des Pays-Bas se soutint régulièrement sur les ports espagnols et portugais, et l'on vit les marchands hollandais y porter, non seulement leurs grains et leurs bois, mais même des munitions de guerre.

L'essor pris par notre commerce et notre navigation excitait déjà l'envie de l'Angleterre. De la bouche d'Anglais même, la reine Elisabeth devait subir l'aveu que les deux provinces de Hollande et de Zélande possédaient, à elles seules, plus de navires et de gens de mer que le royaume britannique tout entier. Aussi n'y eut-il pas d'obstacles qu'on ne suscitât au commerce et à la navigation des Pays-Bas, mais en vain; rien ne put arrêter leur développement.

Philippe II devait aussi, cela se comprend, chercher les moyens de porter un coup fatal à ses sujets rebelles. Il crut y réussir en faisant à deux reprises, en 1584 d'abord, puis en 1594, saisir les bâtiments hollandais qui se trouvaient dans les ports d'Espagne et de Portugal. A elle seule la ville de Hoorn perdit ainsi trente navires en 1584. Mais cette mesure fut surtout funeste à l'Espagne elle-même. Empêchés d'acheter les produits de l'Inde sur les marchés d'Espagne et de Portugal, les Hollandais prirent le parti d'aller les chercher eux-mêmes sur les lieux de production, et jetèrent ainsi dans l'Inde occidentale les fondements de l'opulent empire colonial qui appartient encore en grande partie à la Hollande.

Ce commerce avec l'Inde ne tarda pas à prendre de l'extension. La Compagnie des Indes occidentales se fonda et, pendant la durée de la trêve de douze ans, de 1609 à 1621, elle possédait déjà quarante gros navires avec cinq mille hommes d'équipage.

Durant les premières années elle donna en moyenne 35 p. % de dividende, et ses chefs estimaient que vingt mille personnes y étaient intéressées.

La pêche et la navigation d'intercourse avec les ports d'Europe, ainsi que tout ce qui s'y rattachait, n'en restèrent pas moins les sources principales de prospérité.

En 1601, la pêche du hareng occupait quinze cents buses hollandaises et zélandaises. Delfshaven en fournissait deux cents pour sa part. Vingt mille marins faisaient cette pêche, quarante mille autres personnes en vivaient encore, sur les chantiers de construction et de réparation et pour l'armement des buses.

En 1598, dans une seule semaine, six cents navires venant des côtes de la Baltique apportèrent à Amsterdam leur chargement de blé. En 1601, en trois jours de temps, de huit à neuf cents bâtiments firent voile de ce port vers la Baltique, pour aller charger du grain. La construction navale occupait une nombreuse population; on ne lançait annuellement pas moins de mille navires de mer de différent tonnage, et au moins autant de bâtiments pour la navigation intérieure.

Quel spectacle offrait à l'Europe la petite Hollande, au commencement du XVII^e siècle!

Contre le formidable potentat qui dispose des trésors des deux Indes, guerroyait une contrée d'étendue fort restreinte, disputée à grand'peine aux eaux par ses digues et ses moulins d'épuisement; seuls son propre zèle, sa propre activité et son courage lui fournissent les moyens de faire la guerre et cette guerre même devient pour elle une source de prospérité. La Hollande regorge de marchandises de toute espèce, qu'elle-même ne produit pourtant pas. Elle ne cultive presque point de céréales et cependant pas un pays d'Europe n'a ses greniers aussi richement pourvus; elle ne sème pas de lin et néanmoins elle tisse en abondance; elle n'a pas de troupeaux et cependant elle surabonde de lainages et de draps; elle n'a pas de vignes, mais elle est l'entrepôt des vins d'Allemagne et de France; pas de forêts, et elle construit plus de navires que tout le reste du continent.

Cette rapide évolution, cette prospérité, doivent se refléter et se reflètent en effet dans l'historique des ports néerlandais.

Au début du soulèvement contre l'Espagne, Rotterdam n'avait qu'une population de 26000 âmes.

Le 9 avril 1572, elle fut prise par les Espagnols sous le commandement de Bossu, mise à sac et inondée de sang, puis occupée jusqu'au 21 juillet de la même année.

Son port n'était alors que le bassin qui porte aujourd'hui le nom de Kolk.

Rotterdam se releva toutefois si rapidement du désastre de 1572 et prit une telle prospérité, que, de 1590 à 1620, elle put établir les bassins : Oude Haven, Blaak, Nieuwe Haven, Haringvliet, Wijnhaven, Scheepmakershaven, Leuvehaven, Boerengat et Buizengat.

Les dimensions de ces bassins n'étaient d'ailleurs pas sans importance et, pour l'époque, c'était chose remarquable que de tracer et d'établir en si peu de temps et avec les moyens d'outillage dont on disposait alors, des bassins larges de soixante-dix mètres.

Les noms de Haringvliet (Rivière au hareng), Buizengat (Percée aux buses), Wijnhaven (Port au vin), Scheepmakershaven (Port des constructeurs), consacrent encore le souvenir des puissants éléments de la prospérité publique. Sur le côté sud du Scheepmakershaven, se trouvaient les chantiers de construction navale.

Au XVII^e siècle, le commerce et la navigation des Pays-Bas atteignirent leur apogée. Les ouvrages des ports ne réclamèrent plus d'extension de quelque importance. Au commencement du XVIII^e siècle seulement, on transféra les chantiers de construction sur un nouveau bassin, le Zalmhaven (Port au saumon), pour laisser place, sur le quai des Boompjes, aux habitations et aux magasins des commerçants notables.

Vers le milieu du siècle actuel seulement, quand s'établit la navigation à vapeur, on dut songer à donner plus de développement aux ouvrages du port. De 1850 à 1860, on munit les Boompjes de murs de quai et, le long de la rivière, on construisit les quais dits Oosterkade, Willemskade et Westerkade, présentant ensemble un développement considérable de 2170 mètres.

En même temps fut établi le quai du chemin du fer rhénan, muni d'appontements sur une longueur de 500 mètres. On creusa aussi deux nouveaux bassins avec murs de quai, le Veerhaven et le Westerhaven.

L'ensablement des bouches de la Meuse, par lesquelles les bâtiments de mer pouvaient autrefois atteindre Rotterdam avec profondeur suffisante, amena le creusement du canal de Voorne. Cet ouvrage fut exécuté de 1820 à 1827, sous le règne de Guillaume I. Son achèvement permit l'accès de Rotterdam, à haute mer, aux bâtiments ne tirant pas plus de 56 décimètres d'eau. Les dimensions des écluses ne permettaient toutefois le passage qu'aux bâtiments ne dépassant pas 70 mètres en longueur et 14 en largeur.

Dans la seconde moitié de notre siècle, le commerce du monde prit un extrême développement et l'architecture navale subit une entière transformation. Il devint évident que pour permettre aux ports hollandais d'Amsterdam et de Rotterdam de soutenir la concurrence avec ceux des pays voisins, force était de créer de meilleures voies d'accès maritime à ces deux villes.

Une loi de 1863 décida l'établissement du canal de la Mer du Nord à Amsterdam et celui d'une nouvelle embouchure à la Meuse, par

le percement des dunes au Hoek van Holland, ce qui est actuellement connu sous le nom de Nouvelle voie maritime, En 1872, les premiers bâtiments y pénétrèrent quoiqu'elle fût encore loin de son entier achèvement. A la même époque, l'État exécuta ses grands travaux pour les voies ferrées; travaux qui relièrent, dans toutes les directions, les ports et les principales villes de la Hollande au réseau européen.

A Rotterdam, l'État construisit le viaduc qui traverse la ville, ainsi que le pont sur la Meuse qui s'y relie et, sur la rive sud du fleuve, le bassin dit Spoorweghaven (Port du chemin de fer) et la gare de marchandises de Feijenoord.

La Ville creusa le Koningshaven (Port du Roi), établit des murs de quai autour de l'île dite Noordereiland ainsi que le long de la rive sud du Koningshaven, et relia à la partie ancienne de la cité le nouveau quartier du midi, par un pont fixe sur la Meuse et un pont mobile en travers du Koningshaven.

Pour aller au devant du mouvement plus ample de commerce et de navigation que faisaient présager l'ouverture de la nouvelle voie maritime et le perfectionnement du système des voies ferrées, une société se fonda sous le nom de Rotterdamsche Handelsvereeniging (Association commerciale de Rotterdam). Cette société obtint de la ville en emphytéose les terrains situés entre le Spoorweghaven et la rue dite Rosestraat. L'Association y creusa deux bassins dits Binnenhaven et Entrepôthaven, garnit ces bassins et la rive est du Spoorweghaven de murs de quai, éleva des hangars et des magasins, garnit tout l'emplacement d'engins suffisants de manutention et de tout ce qu'exige le service d'un port moderne, y compris un bon relèvement aux voies ferrées.

L'Association y employa treize millions de florins. Tous ces ouvrages furent terminés vers 1878. L'amélioration de la voie fluviale de Rotterdam à la mer n'avancait malheureusement pas aussi rapidement qu'on se l'était figuré. En 1878, on n'avait encore, à l'embouchure, qu'une profondeur de quarante-six décimètres sous haute mer.

Ce contre-temps compliqué de certaines difficultés financières obligea, en 1879, l'association commerciale de Rotterdam à liquider. En 1882, la Ville se rendit acquéreur, pour quatre millions de florins, de tous les ouvrages établis par l'Association et, depuis cette époque, les exploite elle-même, sous le nom d'Établissements commerciaux.

Les déceptions éprouvées dans l'amélioration de la voie navigable de Rotterdam à la mer conduisirent à l'adoption d'un nouveau système de travail. On recourut au draguage sur une vaste échelle, en restreignant autant que possible l'érosion du sol par le courant, afin de prévenir la formation en mer de bancs de sable en avant de la nouvelle embouchure fluviale.

En 1882, on attaqua vigoureusement l'entreprise et les bons résultats commencèrent bientôt à s'affirmer.

En voici le tableau comparatif:

Profondeur sous haute mer en décimètres

1875	43	1885	74
1876	43	1886	81
1877	49	1887	82
1878	46	1888	85
1879	58	1889	88
1880	46	1890	93
1881	50	1891	93
1882	57	1892	94
1883	64	1893	98
1884	70		

Au cap de Hollande, (Hoek van Holland), la différence entre haute et basse mer est 1 m. 62.

Ces résultats sont brillants. Ils ont progressivement amené le développement du mouvement de commerce et de navigation dont témoigne le tableau suivant:

ANNÉES.	Entrées par mer à Rotterdam.		Mouvement de navigation par les eaux intérieures du royaume et d'intercourse avec l'étranger par voie fluviale.	
	Nombre de navires.	Jauge nette en tonneaux.	Nombre de navires.	Jauge en mètres cubes.
1850	1970	393393	—	—
1855	2247	513971	—	—
1860	2449	673839	—	—
1865	2459	653450	—	—
1870	2987	1189670	—	—
1875	3485	1654571	—	—
1880	3510	1728305	63542	4008188
1881	3673	1786386	65832	4267189
1882	3929	2031566	68121	4600746
1883	3686	1981438	70127	4754723
1884	3768	2142617	70366	4966642
1885	3724	2120347	73615	5110516
1886	3768	2202752	75834	5274097
1887	4155	2488369	90363	6132665
1888	4528	2721479	91643	6398417
1889	4643	2809203	92872	6777025
1890	4535	2918425	89969	6916442
1891	4467	3008779	93953	7486350
1892	4421	3129430	95347	7836249
1893	4770	3614654	96421	8363358

Ces chiffres nous montrent, dans la dernière période décennale, une augmentation de 80 p. % du tonnage de la navigation maritime et de 75½ p. % du tonnage de la navigation intérieure.

On conçoit donc aisément que, malgré la grande extension donnée en 1878 aux ouvrages du port, de nouveaux agrandissements vinrent s'imposer.

Toutefois, avant d'en aborder la description, il convient d'exposer avec quelque détail la nature spéciale de l'activité de notre port.

Dans les siècles passés les ports de la Hollande étaient surtout comme l'entrepôt des marchandises de toute espèce qui y affluaient de toutes les parties du monde et y restaient emmagasinées durant un temps plus ou moins long.

Ces marchandises y étaient principalement apportées par des navires hollandais, dont souvent les capitaines faisaient le commerce, soit pour leur propre compte soit pour le compte de leurs patrons. Après un voyage des Indes, le navire désarmait, on déchargeait fort à son aise et ce n'était souvent qu'après plusieurs mois qu'on reprenait la mer. La nature de la cargaison de sortie, le lieu de destination, étaient, la plupart du temps, tenus aussi secrets que possible, surtout s'il s'agissait de commerce d'échange avec les peuplades de contrées éloignées.

La navigation au long cours donnait fréquemment de grands profits, il arrivait parfois que deux ou trois voyages suffisaient pour payer la construction du navire. Il en était encore ainsi dans la première moitié du siècle actuel. En 1811 à l'époque où HENRI DOEFF remplissait les fonctions de syndic du commerce ou de gouverneur à Décima, on évaluait à cent vingt mille florins le rapport d'un voyage au Japon. Les navires qui pratiquaient la Baltique hivernaient aussi fort souvent dans leurs ports d'attache.

Un changement complet s'est opéré à cet égard. L'essor de la navigation à vapeur, le nombre sans cesse augmentant des lignes de service régulier entre les ports du monde, la prolongation de ces lignes par la navigation sur les fleuves et les canaux, le reliement au réseau des voies ferrées, ont rapproché producteur et consommateur. Les grands brasseurs d'Allemagne achètent directement leurs douvelles dans le Farwest américain, les marchands de grains de ce pays traitent directement avec les exportateurs de la Mer-Noire et de la Baltique. Pour certains articles il y a encore quelques marchés principaux; pour les laines Liverpool, pour les cuirs Anvers, pour les margarines et les graisses Rotterdam, mais les grands ports d'entrepôt du vieux temps n'existent plus. Il y a trafic direct entre les extrémités de l'univers les plus distantes. Les ports de mer ne sont plus que les points nodaux d'où divergent les directions diverses du mouvement.

Les localités d'où partent le plus de rayons acquièrent, en tant que ports, l'importance la plus considérable. Dans ce rayonnement, il y a trois facteurs: les lignes maritimes, les lignes de chemins de fer, les lignes de navigation intérieure. Ces dernières ne pèsent assurément pas le moins dans l'ensemble.

Après l'achèvement, dans ses grands traits du moins, du réseau européen des voies ferrées, au point de vue du transport des marchandises, l'attention s'est grandement reportée sur les moyens de communication par la navigation intérieure. On a rectifié le cours des fleuves, canalisé les petites rivières, creusé de nouveaux canaux, tout cela sur une grande échelle.

L'Allemagne en particulier a beaucoup fait dans cette direction. Des bateaux de rivière, de quatre-vingts mètres de long et de dix mètres de large remontent le Rhin jusqu'à Mannheim et Francfort. L'augmentation de la navigation du Rhin, cette artère de l'Europe, a surtout été un bienfait pour le port de Rotterdam. De 1880 à 1893 nous y voyons le tonnage de la navigation intérieure passer de 4008188 à 8363358 mètres cubes, et le nombre des bâtiments de rivière de 63542 à 96421 par an. Le mouvement local de navigation à destination des Pays-Bas eux-mêmes par les eaux intérieures y a aussi pris un grand développement. Il n'est pas un village de quelque importance qui n'envoie chaque semaine son bateau pour les marchés du lundi et du mardi à Rotterdam; y livrant sa marchandise, soit pour la consommation sur place soit pour la réexpédition. Ces jours-là de quinze à seize cents de ces bateaux séjournent ordinairement dans notre port. Le plan joint au présent opuscule fait voir les noms des différentes localités aux bateaux desquels une place déterminée est assignée, ces jours-là, dans les bassins de Rotterdam. Il suffit d'y jeter un coup d'œil pour observer comment la navigation intérieure a absolument supplanté la navigation maritime dans les anciens bassins et comment les bâtiments de cette dernière ne trouvent plus place que le long de la Meuse et dans les bassins de la rive gauche.

On a dû tenir compte du développement de la navigation intérieure dans les plans pour l'agrandissement des ouvrages du port.

Les bâtiments de mer qui doivent transborder leur cargaison dans les bateaux du Rhin, ne sont, autant que possible, point amarrés le long des quais, mais sur des emplacements entièrement libres, de façon qu'ils puissent décharger simultanément des deux bords.

Dans ce but, on a placé dans la Meuse, en avant de la ville, des corps-morts, dont le nombre a été augmenté au fur et à mesure des besoins; si bien qu'actuellement vingt-huit navires peuvent y trouver attache. Mais cette quantité même ne suffisait pas toujours, et on a été forcé de pourvoir à d'autres emplacements. Il n'y avait plus de place sur le lit de la rivière et, d'autre part, on sentait la nécessité de pouvoir offrir, durant l'hiver, un port de refuge parfaitement sûr à la flotte nombreuse des bateaux du Rhin. Ces considérations conduisirent, par la force même des choses, à un projet de bassins d'un plan d'eau très vaste relativement au développement de quais, au milieu desquels les navires pussent s'amarrer à des ducdalves de façon à décharger librement des deux bords. Ces données ont déterminé la forme spéciale actuelle du Rijnhaven et des bassins de Katendrecht. La plus grande largeur du premier atteint et dépasse même un peu quatre cents mètres.

Les ouvrages exécutés par l'ancienne association commerciale durent être mis en rapport, au moyen de droits de quai de chargement et de déchargement, de la location des appareils de manutention et de celle des emplacements pour le dépôt des marchandises, soit en magasin, soit à ciel ouvert. Le droit de port proprement dit a été réservé à la Ville par les clauses du bail emphytéotique, et c'est pour cette raison qu'elle n'a donné au Binnenhaven que la largeur jugée absolument indispensable. Ce bassin ne devait point servir aux transbordement des cargaisons maritimes sur les bateaux du Rhin. Dans le but de prévenir les vols, tout en réduisant dans la mesure du possible les frais de garde, tout le terrain fut entouré d'un mur. Cette disposition fit commettre une grande faute: les ponts à l'embouchure des bassins furent placés trop près du Koningshaven, dans lequel, à marée montante et à marée descendante, se produit un fort courant. La conséquence en est qu'à certaines heures, les navires de très grandes dimensions n'entrent dans les bassins qu'avec une extrême difficulté. On a cherché à atténuer cet inconvénient au moyen de puissants ouvrages d'enrayement. L'art moderne de la construction des ports maritimes n'en est pas moins ceci: éviter autant que possible les ponts et les écluses.

En 1885 commencèrent les travaux pour la construction du Rijnhaven et du bassin de Katendrecht. A l'heure actuelle, on y trouve partout sept mètres à sept mètres et demi de fond sous mer basse et on y achève la construction des murs de quai sur les côtés nord et est. A l'ouest du bassin de Katendrecht, on peut en creuser encore deux autres du même type et qui sont marqués en pointillé sur le plan.

Plus à l'ouest encore, on a établi, en 1882, le bassin dit Dokhaven, où se trouvent les trois docks flottants de la ville, construits en fer et sur l'exploitation desquels nous aurons à revenir.

On trouve ensuite sur la rive gauche de la Meuse, les terrains destinés à l'emmagasinement des pétroles. Durant les dix dernières années, ces terrains ont pris un développement considérable, par suite de l'accroissement d'importation de cette marchandise. En 1884, 248515 barils de pétrole étaient entrés à Rotterdam. En 1893 l'apport a été de 1146000 barils. Quatre associations commerciales importent maintenant le pétrole à Rotterdam; la Compagnie allemande-américaine du pétrole et la Compagnie américaine qui n'importent que des pétroles d'Amérique raffinés, les Pakhuismeesteren, (Maîtres de magasins,) qui trafiquent en pétrole d'Amérique et de Russie, en résine et en térébenthine et la maison Rijk et Cie qui ne traite que les pétroles russes.

L'établissement occupe douze cents mètres de rive sur la Meuse. Les déchargements et la manutention se font sur des débarcadères construits en bois en dans trois bassins, le Sint-Janshaven, le petroleumhaven et le canal de Kortenoord, où les bateaux déchargés de la navigation intérieure peuvent aussi trouver refuge quand la Meuse charrie. Les terrains envi-

ronnant les bassins depuis 1873 sont entièrement affectés au service du commerce et de la navigation. Afin toutefois de permettre à l'industrie de s'établir sur des emplacements confinant aux eaux et reliés avec les voies ferrées, la Ville a assigné, pour cette destination, le quartier sur la rive gauche de la Meuse, à l'est de la levée du chemin de fer. Là se trouve le bassin dit Nassauhaven, creusé en 1892 et 1893, sur les bords duquel les personnes qui veulent établir des usines peuvent acheter des emplacements situés immédiatement le long de l'eau. On y met aussi à leur disposition, à un prix modéré, le terrain destiné à la construction d'habitations ouvrières.

Nous venons de donner un aperçu de l'importance des ouvrages de notre port. On a encore étudié l'établissement d'autres bassins pour les navires de mer et de rivière sur la rive droite de la Meuse, à l'ouest du quai dit Parkkade.

Des négociations sont ouvertes avec les compagnies de chemins de fer pour en réaliser le relèvement à leurs lignes.

Un droit, ayant pour base la jauge brute, est perçu sur tous les navires de mer qui font usage des bassins, quais, pieux d'amarre ou autres ouvrages établis par la ville au profit de la navigation.

En voici le tarif:

I. Bâtiments de mer à vapeur.

a. Jaugeant 650 mètres cubes et au dessous, par mètre cube	f. 0.03
b. " plus de 650 et moins de 1000 mètres cubes	" 0.035
c. " plus de 1000 mètres cubes	" 0.0375

II. Bâtiments de mer à voiles.

a. Jaugeant 600 mètres cubes et au dessous, par mètre cube	f. 0.05
b. " de 600 à 700	" 0.06
c. " 700 à 800	" 0.07
d. " 800 à 900	" 0.08
e. " 900 à 1000	" 0.09
f. " 1000 à 1100	" 0.10
g. " 1100 à 1200	" 0.11
h. " 1200 à 1300	" 0.12
i. " 1300 à 1400	" 0.13
k. " 1400 à 1500	" 0.14
l. " 1500	" 0.15

Pour les bâtiments de rivière et les trains de bois flotté, le tarif est celui-ci:

1 ^o . Bateaux à vapeur par mètre cube et par voyage	f. 0.02
Ou par abonnement annuel, en une fois, par mètre cube	" 0.80
2 ^o . Embarcations au dessous de 10 mètres cubes et n'employant pas la vapeur, par chaque entrée	" 0.10
Ou par abonnement annuel, en une fois.	" 1.00
3 ^o . Embarcations à voiles de dix mètres cubes et au dessus, par mètre cube et par entrée	" 0.02
Ou par abonnement annuel, en une fois, par mètre cube	" 0.40
4 ^o . Trains de bois, par poutre, pal ou mât	" 0.10

Les bâtiments auxquels on désire assurer un emplacement fixe le long des quais, comme c'est le cas pour les navires des lignes régulières et pour les bateaux venant pour les marchés, paient, en outre, la redevance suivante, sous le nom de droit de quai.

a) Navires de mer, par mètre courant de longueur et par an	fl. 25
b) Autres navires, par mètre courant de longueur et par an	5
c) Bateaux des eaux intérieures qui obtiennent permission de s'amarrer nez à quai, par mètre de largeur et par an	5

Passons maintenant à l'outillage proprement dit des bassins, rubrique sous laquelle je crois pouvoir comprendre le logement des marchandises, les appareils de chargement et de déchargement, les formes de radoub et le reliement aux voies ferrées.

Le logement des marchandises doit être considéré à deux points de vue distincts, selon qu'il se fait à long terme ou pour un court espace de temps. Ce dernier comprend, suivant moi, le dépôt dans les hangars et les magasins, ou bien à ciel ouvert sur les terrains confinant aux bassins. La nature du commerce de Rotterdam n'exige pas la présence de hangars sur tout le développement des quais. Diverses marchandises, minerais, charbons, bois etc. n'exigent pas, pour leur dépôt passager des magasins couverts. Les bâtiments qui déchargent directement dans le matériel des voies ferrées, ceux qu'on voit fréquemment charger en y prenant la marchandise n'en ont également pas besoin. La construction des magasins doit donc être réservée pour l'abord des bassins où la nécessité s'en fait sentir. Le long du Binnenhaven, on ne voit jusqu'ici point de hangars, si ce n'est ceux de la compagnie du Rio-Tinto, destinés à la levée d'échantillons des minerais de cuivre qu'elle importe, et ceux de l'entrepôt libre.

L'usage des quais à ciel ouvert de l'Etablissement de Commerce pour le dépôt des marchandises se paie sur le pied suivant: par espace de vingt cinq mètres carrés ou moins, pour les trois premiers jours ou moins de trois jours, fl. 0.30, pour chaque jour ou fraction de jour en plus fl. 0.10.

Cette redevance n'est point encourue par la marchandise déchargée d'un navire ou apportée pour charger un navire, si elle est enlevée avant deux jours révolus.

En ce qui concerne les hangars, on remarque tout d'abord qu'il n'en existe pas le long des quais de la rive droite, si ce n'est, par exception, à la gare de la Meuse. L'historique de la genèse de notre port en indique suffisamment la raison. Nous ne nous occuperons pas de ces hangars, non plus que de ceux de la gare de Feijenoord au Spoorweghaven, parce qu'ils concernent plus particulièrement le service des chemins de fer. Voici ce qu'il faut remarquer touchant ceux situés sur les bassins de la rive gauche.

On est parti de ce principe, que la navigation et le commerce fleurissent le mieux là où on leur laisse, dans la mesure du possible, toute liberté

d'action. On n'a conséquemment imposé aucune réglementation systématique et les intéressés peuvent être servis à leur choix sur toute l'étendue de nos terrains commerciaux.

Si les navires ne veulent pas décharger sur les quais à ciel ouvert, ils peuvent disposer des hangars numérotés de 1 à 6 et de la moitié septentrionale du hangar 7, construits par la ville sur le Spoorweghaven.

Ils paient à raison de l'espace occupé. Voici le tarif: par cent mètres carrés au moins et pour les trois premiers jours au moins, fl. 3 et, subséquemment, pour chaque jour ou fraction de jour en plus, fl. 1.

Le mesurage s'opère à angle droit pour toute la superficie où est déposée la marchandise, sans déduction des espaces laissés libres, et en comptant toujours comme louée la largeur entière de l'aire surélevée des hangars. Les lignes régulières de navigation peuvent louer à long terme les hangars construits par la ville, afin d'y loger leurs cargaisons au fur et à mesure des arrivages.

Ainsi sont loués: A MM. Ruys et Cie, pour les lignes de navigation à vapeur sur New-York et Philadelphie, la moitié sud du hangar n° 7. Prix de location par an fl. 6500.

A MM. W^m H. MÜLLER et Cie. pour les lignes sur Hull Aberdeen et Cardiff les hangars 14 et 15, avec terrain découvert sur le Koningshaven. Prix de location fl. 5000.

A la maison PH. VAN OMMEREN, le hangar n° 26 avec terrain découvert sur le Koningshaven, pour une ligne sur Londres. Prix de location fl. 4500.

Les compagnies de chemins de fer elles-mêmes ont loué de la ville certains magasins pour la réception des marchandises: la Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'Etat, le hangar n° 8, au prix de 5967 florins par an, la compagnie du chemin de fer hollandais celui n° 22 pour 16690 florins. L'entretien de ces hangars est au compte de la ville.

Les associations commerciales qui désirent s'aménager tout à fait à leur guise, peuvent louer, à terme plus ou moins long, des emplacements ouverts et y construire comme elles le préfèrent.

Ainsi, sur le Binnenhaven, la Compagnie du Rio-Tinto a loué un emplacement au prix de 3400 florins, pour la manutention des minerais de cuivre qu'elle importe.

La Compagnie néerlandaise américaine de navigation à vapeur, (ligne de New-York,) le Lloyd de Rotterdam (ligne de Java,) la maison VAN ES et VAN OMMEREN (ligne de Manchester et Liverpool), Le Blauwhoederveem (ligne du cap de Bonne Espérance), l'association commerciale africaine (ligne du Congo) ont également loué des emplacements ouverts sur le Wilhelminakade et le Rijnhaven, sur une largeur de 36 mètres et au prix de fl. 0.75 par mètre carré.

Ces divers locataires n'en sont pas moins tenus à payer le droit de

quai réglementaire, de 25 florins par mètre courant, pour la longueur de quai qu'occupe leur emplacement fixe d'amarrage.

Pour les dépôts de marchandises de longue durée, le commerce a les établissements suivants à sa disposition :

1° *Les entrepôts libres.* Il y en a deux, l'un dit Oost-Indisch huis, sur les Boompjes, où se trouvaient jadis le siège et les magasins de la Compagnie des Indes orientales, l'autre dans les vastes magasins et les hangars 12 et 13 sur le bassin dit Entrepôthaven. Ils sont administrés par la Ville, mais néanmoins sous la surveillance continuelle de la douane.

On y reçoit tant les marchandises sujettes aux droits d'entrée que celles franches de droit.

La location s'y paye d'après un tarif fixe et par mois.

Pour les marchandises qui s'y trouvent déposées, il est délivré des reconnaissances que leurs propriétaires peuvent vendre ou engager.

2° *Les entrepôts libres particuliers.* Ceux-ci sont spécialement destinés aux marchandises frappées de droits élevés, comme les vins et les spiritueux. Ils appartiennent à des particuliers, mais sont sous la surveillance incessante de la douane, de façon que rien n'y peut entrer ni en sortir sans le concours de celle-ci.

3° *Les entrepôts fictifs.* Ces établissements reçoivent les marchandises qui n'ont à payer que des droits légers, le pétrole par exemple, l'huile de graine de coton, qui ne paient qu'un droit de fl. 0.55 par cent kilogrammes, le tabac, les eaux minérales. Ils sont administrés par des compagnies ou des particuliers, et ne sont pas soumis à la surveillance incessante de la douane. Celle-ci se borne à constater les existences, quand elle le juge convenable, afin de contrôler les déclarations pour l'acquit des droits.

4° *Les entrepôts particuliers.* Ceux-ci sont presque tous de grands magasins, bâtis et administrés par des compagnies connues sous le nom de „Vehmes” qui se chargent de l'emmagasiner de toutes sortes de marchandises, sauf de celles soumises à des droits élevés, qui doivent être mises en entrepôt libre. Une partie de ces magasins est ordinairement destinée à servir d'entrepôts fictifs.

Pour les marchandises, qui s'y trouvent déposées, on délivre des certificats d'existence ou „cédules” qui peuvent être vendus ou engagés.

A Rotterdam existent, à cet égard, les compagnies dont voici les noms :

Pakhuismeesteren (Maîtres de magasins), Blauwhoedenveem (Vehme de chapeaux bleus), Vriesseveem (Vehme frisonne), Maasveem (Vehme de la Meuse).

5° *Les nombreux magasins* situés le long des bassins dans la vieille ville, propriété de divers commerçants et qui peuvent être loués soit en entier, soit par étages.

Pour le logement à long terme des marchandises, on trouve donc à Rotterdam pleine liberté et pleine concurrence.

Il est donc nécessaire, quand on établit de nouveaux bassins, de tenir à la disposition de toute personne ou de toute association qui désire faire quelque entreprise à cet égard des terrains et des bâtiments qui puissent lui convenir.

Sur la rive gauche de la Meuse, on rencontre, outre les entrepôts libres énumérés plus haut, comme étant administrés par la ville :

1° Les hangars A, B, C et D, sur le Nassaukade, construits par la ville et loués à la Vriesseveem et aux Pakhuismeesteren, qui les exploitent comme entrepôts particuliers.

2° Les hangars 17, 19, 21 et 24 sur le Binnenhaven et le hangar 16 sur le Spoorweghaven également bâtis par la ville et loués comme magasins à des particuliers.

3° Un emplacement ouvert, cédé à bail par la ville, et sur lequel un particulier a bâti le hangar n° 24 sur le Binnenhaven, à usage de magasin.

4° Les terrains compris entre le Wilhelminakade et le côté nord du Rynhaven, vendus à la Vriesseveem, à la Blauwhoedenveem et aux Pakhuismeesteren, qui y ont des entrepôts particuliers de grande valeur et bien aménagés.

5° Le terrain sur le côté est du Rynhaven, plus rapproché du bassin et, de ce chef, vendu plus cher à la Vriesseveem qui y installe aussi un entrepôt particulier.

6° Un emplacement au côté sud du Rynhaven, vendu à l'Américan Cotton Oil Company qui y a bâti un entrepôt fictif lequel est son dépôt principal pour le continent.

7° Des terrains avoisinant le Katendrechtsche haven, loués à des négociants faisant le commerce des bois, qui y ont établi des hangars de dépôt.

8° De vastes terrains, loués à long terme, (baux de 25 à 35 ans), aux Compagnies des pétroles, pour leurs entrepôts fictifs et les constructions diverses qui en dépendent.

La vente des terrains a rapporté de 15 à 25 florins par centiare et la location de trente centièmes de florin à un florin également par centiare et par an, à raison des avantages plus ou moins grands de situation.

Le produit de ces ventes et de ces loyers est un facteur non sans importance en ce qui touche les frais de construction du port. Les terrains ont acquis une valeur plus grande par suite même de cette construction. Il est donc très juste que la ville qui l'établit en retire profit.

Un second point important dans l'aménagement et l'exploitation d'un port est l'outillage destiné à la manutention des marchandises.

Les grues y tiennent le premier rang.

Sur la rive droite, on trouve, à la gare de la Meuse, neuf grues mobiles à vapeur, dont la puissance élévatoire est d'une tonne et demie ; un cabestan à vapeur, et une grue à main de vingt tonnes.

Ces appareils sont sous la direction de l'administration du chemin de fer et nous n'avons pas de détails touchant les résultats de leur exploitation.

Pour le service public, la ville n'a, sur la rive droite, que deux grues fixes, une à main de dix, l'autre à vapeur de vingt-cinq tonnes.

La première est un très vieux mais encore bon appareil et se trouve à l'endroit dit „de Punt” c'est à dire au point de jonction du Wijnhaven et du Scheepmakershaven.

La seconde a été établie en 1860, sur le Willemskade, et a coûté 29000 florins.

Sur la rive droite, les bâtiments de mer et ceux de la navigation intérieure déchargent à l'aide de leurs propres engins à moins qu'ils n'aient à manier des pièces d'un grand poids; cas auquel ils se déhalent à portée de l'une des grues.

La mesure dans laquelle il est fait usage de ces dernières varie beaucoup, ainsi que le montre le tableau suivant des résultats d'exploitation.

ANNÉES.	Revettes.	Frais d'exploitation.	Solde net.
	Florins.	Florins.	Florins.
1883	3230.00*	1042.70	2187.30*
1884	2270.90*	477.20	1793.70*
1885	2243.31*	664.46	1778.85*
1886	1641.22*	947.28*	693.94
1887	1826.67*	577.78	1248.89*
1888	1861.65	652.90	1208.75
1889	2685.71	670.50	2015.21
1890	2650.51	783.58	1866.93
1891	2298.49	589.43	1709.06
1892	1241.46*	744.01*	497.45

Ces chiffres montrent que l'exploitation des grues fixes n'est guère rémunératrice, mais dans les conditions ordinaires, partout il en doit être ainsi. Ce n'est là qu'un complément nécessaire des ouvrages du port. Le prix de location des grues est tarifé d'après le poids des marchandises soulevées. Il est le même que pour les grues de la rive gauche de la Meuse, sur lesquelles nous allons aussi donner quelques détails :

Lors de l'établissement des ouvrages faits par l'Association commerciale de Rotterdam, on s'était d'abord décidé pour l'emploi de la grue à vapeur. Vingt-trois grues à vapeur furent installées sur le Spoorweghaven, savoir : une grue fixe pouvant lever 30000 kilogrammes, 21 grues mobiles de 1500 kilogrammes de force et une de 2500 kilogrammes.

Les grues mobiles sont du système BROWN et se déplacent sur un rail spécial le long du quai.

La faveur dont jouissaient les engins de levage hydrauliques en Angleterre et l'emploi qu'on en faisait dans divers établissements analogues du continent portèrent la Direction, en 1877, c'est-à-dire lorsque les ouvrages étaient à peu près achevés, à adopter ce système pour l'outillage du côté est du Binnenhaven et des emplacements d'entrepôt.

Il a été établi d'après les plans de Sir WILLIAM ARMSTRONG, qui en a aussi fait l'entreprise.

La machine à vapeur qui met l'eau sous pression de cinquante atmosphères est de quarante chevaux. Originellement, elle actionnait une grue fixe de 30000 kilogrammes de levage, deux de 1500 kilogrammes et un cabestan de 1000 kilogrammes de traction, le tout sur le Binnenhaven, puis, sur les emplacements d'entrepôt, deux grues mobiles de 1500 kilogrammes, quatre treuils et deux cabestans. En 1886 on y ajouta encore deux grues mobiles de 1500 kilogrammes de force, sur les emplacements d'entrepôt, et un élévateur-déversoir pour les houilles de 20000 kilogrammes de levage, sur le Binnenhaven.

Depuis longtemps, en effet, on se préoccupait des moyens à employer pour développer l'exportation par notre port des houilles allemandes. On se convainquit de l'impossibilité d'y réussir autrement que par l'emploi d'un engin qui transbordât directement le charbon du wagon de la ligne ferrée dans le bâtiment de mer. La grue ordinaire n'agit pas pour cela avec une rapidité suffisante.

La ville se décida à courir les risques de l'entreprise et fit exécuter par la maison ARMSTRONG, et d'après un plan qu'elle fournit elle-même, un élévateur-déversoir hydraulique.

Le principe de cet appareil est celui-ci : le wagon chargé de charbon est élevé sur une plate-forme mobile, jusqu'à une hauteur maximum de 9^m 15, puis porté à un degré d'inclinaison longitudinale suffisant pour que la houille s'écoule d'elle-même, le long d'un plan incliné, jusque dans les soutes du navire. Lorsque les circonstances sont favorables, l'appareil peut ainsi décharger, en une heure de temps, vingt wagons contenant chacun dix mille kilogrammes de charbon.

On ne peut toutefois que rarement travailler à cette vitesse. La manipulation nécessaire du charbon dans la cale occasionne toujours du retard et détermine le degré possible de célérité.

Durant les premières années, l'usage qu'on a fait du déversoir n'a pas répondu à l'attente qu'on s'en était formée.

Les quantités suivantes de houille ou de coke ont passé par l'appareil :

1887	7100 tonnes.	1891	14867 tonnes.
1888	4110 "	1892	90562 "
1889	4110 "	1893	113909 "
1890	12950 "		

En 1892, l'appareil a travaillé durant 255 jours et 98 nuits. En 1893, durant 267 jours et 142 nuits.

Ce n'est qu'en 1892 que l'appareil a atteint un rendement suffisant.

Voici, au surplus, ce qui se produit aujourd'hui. Les compagnies allemandes de chemins de fer augmentent incessamment les dimensions des wagons employés aux transports de charbon ou de coke. Il en résulte la nécessité d'augmenter la puissance élévatrice du déversoir et de la porter à 25000 kilogrammes. On a décidé de le faire. En surchargeant l'accumulateur, on a porté de 50 à 60 atmosphères la pression sous laquelle travaille l'eau, et la puissance de l'appareil a augmenté proportionnellement.

On a, en même temps, établi une nouvelle machine à vapeur de cent chevaux dans le bâtiment des pompes.

De plus, on construit actuellement un second déversoir pour faire face aux besoins croissants de l'exportation des charbons par notre port.

Celui-ci pourra lever un wagon d'un poids de 25000 kilogrammes à une hauteur maximum de 10 mètres.

Le prix de location des grues mobiles à vapeur ou hydrauliques est comme suit:

Par journée	fl. 10.
Par demi-journée	„ 6.

La première demi-journée finit à midi, la seconde commence à une heure de relevée.

Si la grue doit continuer le travail de midi à une heure, on paye deux florins de supplément.

Le travail de nuit est payé sur le pied d'un florin cinquante cents l'heure, avec minimum de six florins, à moins que le travail de nuit ne soit que la continuation du travail de jour, cas où le minimum est abaissé à trois florins.

La location des grues fixes est tarifée comme suit:

Pièces pesant de	Chargement ou déchargement.	Transbor- dement.
1501 à 5000 kil. par 1000 kil.	fl. 0,75	fl. 1,15
5001 „ 10000 „ „ „	„ 1,15	„ 1,75
10001 „ 15000 „ „ „	„ 1,50	„ 2,25
15001 „ 20000 „ „ „	„ 2,25	„ 3,00
20001 „ 25000 „ „ „	„ 3,00	„ 3,75
25001 „ 30000 „ „ „	„ 4,00	„ 5,00

Lorsque les fardeaux doivent rester suspendus aux grues durant quelque temps, on paye un supplément, savoir:

Jusqu'au poids de 5000 k ^r . par heure.	fl. 5
De 5001 à 10000 k ^r . „ „	„ 8
„ 10001 à 15000 „ „ „	„ 13
„ 15001 à 20000 „ „ „	„ 20
„ 20001 à 25000 „ „ „	„ 30
„ 25001 à 30000 „ „ „	„ 40

Les fractions d'heures comptent pour heure entière.

Pour la pose et l'enlèvement des mâts et beauprés, sans haubans, par centimètre de diamètre au point le plus épais. fl. 0,15.

Avec haubans. „ 0,225.

Pour pose et enlèvement de mâts avec étai seulement, sur les bâtiments des eaux intérieures, d'après la même base que ci-dessus, c'est-à-dire par centimètre de diamètre. fl. 0,10.

Le prix minimum de location des grues fixes est de dix florins.

Lorsqu'une grue fixe est employée au chargement ou au déchargement de cargaisons entières, le prix de location est de trente florins par jour.

Si la grue doit travailler de midi à une heure de relevée, il est dû indépendamment et en sus du loyer d'après le tarif, un supplément de trois florins.

Pour chaque heure de travail de nuit, indépendamment et en sus du tarif, il est dû un supplément de trois florins avec minimum de six florins.

Pour l'emploi de toutes les grues, soit mobiles soit fixes, les dimanches et jours fériés, le prix de location est majoré de 30 pour cent.

L'emploi du déversoir est tarifé à 0,10 florins par mille kilogrammes.

Sous ce tarif sont compris: le déhalage du wagon à partir du rail spécial jusqu'à l'appareil, la mise sur plate-forme, le déclanchage du clapet d'écoulement, le basculage et le renvoi du wagon sur le rail.

Au cas que la paroi d'écoulement ne présente pas des conditions satisfaisantes, le Directeur est autorisé à majorer le tarif, d'après les circonstances, jusqu'à concurrence de 50 pour cent.

Le pesage, effectué à même des wagons, sur le pont-bascule à ce destiné, se paye sur le pied de fl. 0,025 par mille kilogrammes de poids net, avec droit minimum de fl. 1,50. Le poids net est déterminé en soustrayant du poids brut le poids de tare inscrit sur chaque wagon.

Sur demande on reçoit un certificat constatant le poids total de la quantité manutentionnée.

Pour l'emploi de nuit ou durant les dimanches et jours fériés, le tarif du déversoir est majoré de 30 pour cent.

Les tableaux suivants font ressortir les résultats d'exploitation de l'outillage depuis que les Etablissements de commerce appartiennent à la Ville.

Grues à vapeur.

ANNÉES.	Heures de travail.	Frais d'exploita- tion.	Produit de location des grues.	Nombre moyen par jour des grues en emploi.	Dépense par heure de travail en centièmes de florin.	Consomma- tion de char- bon à l'heure en hectolitres à 85 kilogr.
		Florins.	Florins.			
1883	18845	8569.65	17353.53	4	61 ⁹ / ₁₀	0.335
1884	14644	8445.10 ^a	17524.99	4	577 ⁷ / ₁₀	0.363
1885	17115	10298.53	18881.02	5	602 ² / ₁₀	0.341
1886	15644	8116.57 ^a	16279.20	4 ¹ / ₄	51 ⁸⁸ / ₁₀₀	0.324
1887	20345	13099.91 ^a	20947.29	5 ¹ / ₂	64 ³⁹ / ₁₀₀	0.328
1888	20886	13496.98	21912.86	5 ¹ / ₂	64 ⁶² / ₁₀₀	0.387
1889	21084	13250.94 ^a	22565.87	6	62 ⁸⁵ / ₁₀₀	0.353
1890	26651	18813.74 ^a	28022.48	7	70 ⁶⁹ / ₁₀₀	0.344
1891	33065	20485.37 ^a	34159.15	8 ⁸⁷ / ₁₀₀	61 ⁹⁵ / ₁₀₀	0.319
1892	33336	20388.26	34267.46	9	61 ¹⁶ / ₁₀₀	0.305
1893	34752	22103.30	36845.54	9 ³⁶ / ₁₀₀	63 ⁶⁰ / ₁₀₀	0.335

Le nombre des grues à vapeur était de vingt-trois.

Outillage hydraulique.

ANNÉES.	Nombre d'heures de travail de la pompe. (Heures de vapeur.)	Nombre de jours de travail de la pompe. (Jours de vapeur.)	Nombre moyen d'heures de vapeur par jour de vapeur.	Frais d'exploita- tion.	Loyers perçus sur les engins.	Nombre moyen par jour d'engins en activité.	Frais par engin et par jour de vapeur.	Consommation de charbon par heure en hectolitres à 85 kil.
				Florins.	Florins.		Florins.	
1883	1536	166	9 ³ / ₁₀	3864.26	3865.91	1 ⁵ / ₁₀	15.52	1 ² / ₁₀
1884	1879	195	9 ⁶ / ₁₀	4204.13 ^a	4266.07	1 ⁶ / ₁₀	13.48	1 ¹¹ / ₁₀₀
1885	1809	197	9 ² / ₁₀	3863.63	4365.04	1 ⁶ / ₁₀	12.26	1 ²⁸ / ₁₀₀
1886	1870	195	9 ⁶ / ₁₀	4348.19	4655.96	1 ⁸ / ₁₀	12.39	1 ¹⁸ / ₁₀₀
1887	1458	157	9 ³ / ₁₀	4763.13 ^a	3135.86	1 ⁶ / ₁₀	19.58	1 ³² / ₁₀₀
1888	2389	226	10 ⁶ / ₁₀	4964.18 ^a	5887.04	1 ⁸ / ₁₀	11.94	1 ²⁹ / ₁₀₀
1889	2480	235	10 ⁶ / ₁₀	5651.51 ^a	7304.33	2 ⁴ / ₁₀	10.15	1 ²⁹ / ₁₀₀
1890	2659	255	10 ⁴ / ₁₀	6878.36	9245.68	2 ⁸ / ₁₀	9.50	1 ³² / ₁₀₀
1891	3165	279	11 ³ / ₁₀	8410.49	11355.40	2 ⁸ / ₁₀	10.61	1 ¹⁶ / ₁₀₀
1892	4411	320	13 ⁷⁸ / ₁₀₀	11555.56	16583.70	3 ¹² / ₁₀₀	11.57	1 ³⁷ / ₁₀₀
1893	4708	300	15 ⁶⁹ / ₁₀₀	11788.92	17968.83	3 ¹⁹ / ₁₀₀	12.32	1 ³² / ₁₀₀

Dans les frais d'exploitation sont compris l'entretien des engins et celui des bâtiments.

Le produit des grues à vapeur a été en 1892 de 13879 florins, et en 1893 de 14742 florins.

Les vingt-deux grues mobiles ont coûté	fl. 176000
La grue fixe, y compris ses fondements, a coûté	" 40000
Total	fl. 216000

On obtient actuellement un rendement de $\pm 6,5\%$ qui peut être considéré comme suffisant pour le service d'intérêts et l'amortissement.

Le produit de l'outillage hydraulique a été en 1892 de 5028 florins, et en 1893 de 6180 florins.

Le premier établissement a coûté.	fl. 190000
Le déversoir	" 66000
Deux grues ajoutées.	" 17750
Total	fl. 273750

Le résultat d'exploitation de cette partie de l'outillage n'est donc pas considérable: on n'atteint que $\pm 2\%$ pour le service des intérêts et l'amortissement du capital de premier établissement. Encore n'y arrive-t-on qu'à raison du travail fort actif du déversoir.

Pour cette raison on a dû sérieusement étudier la voie à suivre pour le développement ultérieur de notre port.

On ne pouvait songer à anéantir l'existence d'un capital qui produit encore un intérêt de 2% et, d'un autre côté, la chance de production d'intérêt devient plus favorable à mesure que le travail s'opère sur une plus grande échelle. On s'est donc décidé à augmenter pour le Binnenhaven l'outillage hydraulique actuel, mais à faire choix d'une autre force motrice pour l'outillage à établir sur le Rijnhaven.

L'outillage hydraulique présente deux grands inconvénients. En premier lieu, la machine centrale doit être établie en vue de l'emploi maximum des engins et, pourtant, ne travaille que rarement et encore pour de courts instants seulement à pleine charge. Pour s'en convaincre on n'a qu'à observer la marche d'une machine au bâtiment central.

En second lieu, le travail de chaque engin se fait aussi toujours au maximum de force, alors même qu'il ne s'agit d'obtenir qu'un moindre effet utile. Une grue établie pour levage de 750 ou de 1500 kilogrammes emploiera toujours 1500 kilogrammes de force ou la même quantité d'eau, alors même qu'elle n'aura à lever que 800 kilogrammes.

Les grues à vapeur ordinaires donnent des résultats d'exploitation plus favorables que les grues hydrauliques.

Toutefois, si pour les nécessités du service des voies ferrées le long des magasins qui bordent les quais, il s'agit, au lieu des grues n'ayant que peu de hauteur du système Brown, d'employer de hautes grues à portail, les grues à vapeur présentent des inconvénients avec lesquels on est forcé

de compter. Elles augmentent les risques d'incendie et nécessitent le levage de l'eau et du charbon.

Le grand essor pris, dans ces derniers temps, par la transmission de la force motrice à distance au moyen de l'électricité, a naturellement attiré notre attention de ce côté.

La ville, qui exploite elle-même son éclairage au gaz, avait décidé en plus l'établissement d'une station centrale pour l'éclairage électrique et la transmission de la force motrice, au profit des édifices publics et des particuliers. On procéda, en 1892, à titre d'essai, à l'établissement d'une grue de quai mue par l'électricité. A la même époque deux grues de même espèce, furent établies à Hambourg, par des constructeurs différents.

Les résultats ont été satisfaisants, de sorte qu'on se détermina, à titre provisoire, à acquérir encore six grues électriques qui, dans le cours de la présente année, seront placées sur le Wilhelminakade.

La maison NAGEL & KAEMP de Hambourg se charge de les livrer aux conditions suivantes : les grues coûteront 11050 florins pièce, les constructeurs garantissent un emploi en courant de 315 watts à l'heure pour la manipulation suivante : un fardeau de 1500 kilogrammes, déposé sur le quai, sera enlevé, porté jusqu'au maximum de hauteur, redescendu quinze mètres plus bas, puis replacé sur le quai, de l'autre côté de la grue, sur un point diamétralement opposé à celui de la situation primitive.

A raison de la forte amende qu'elle doit encourir si elle ne satisfait pas à ces conditions, la maison NAGEL & KAEMP ne veut pas garantir une moindre consommation d'électricité, mais elle est convaincue que, si l'on soustrait de la force utile nécessaire la quantité qu'à la descente du fardeau, la grue renvoie dans le cable du réseau, on n'arrivera qu'à un emploi de 240 watts à l'heure pour la manipulation qu'on vient de détailler. Cette consommation est indiquée par les expériences faites sur la grue que la maison a placée à Hambourg et dont la construction est, au fond, identique à celle des grues à construire pour Rotterdam.

La ville bâtit, à proximité de l'usine à gaz, une station centrale où l'électricité sera produite sous tension de 700 volts sur courant continu. Cette électricité sera d'abord dirigée sur deux stations d'accumulation, l'une sur la rive droite, l'autre sur la rive gauche de la Meuse, d'où elle se divisera d'après le système à cinq conducteurs. Les grues peuvent travailler avec une tension de 440 volts. Les machines centrales peuvent continuellement travailler à pleine charge; de jour, principalement pour le service des grues; de nuit, principalement pour celui de l'éclairage.

L'énergie dont il n'est pas fait emploi au moment de la production s'emmagazine dans les accumulateurs, où on la reprend quand on en a besoin.

Les engins sont toujours prêts à travailler et n'emploient d'électricité que précisément durant le levage ou le virage. A la descente, une certaine quantité d'électricité est renvoyée au réseau, parce que les moteurs pren-

nent alors un sens de rotation contraire. Dans ces conditions, on espère arriver à des résultats d'exploitation plus rémunérateurs et en même temps plus sûrs, puisque la plus forte gelée ne peut pas entraver la mise en jeu de ces engins.

Dans les magasins du Wilhelminakade, on se sert déjà avec succès de l'électricité pour actionner divers appareils de levage. Ils reçoivent actuellement la force motrice d'une station provisoire, mais ils seront plus tard reliés au réseau conducteur de la ville.

Outre les grues de la ville, on trouve encore sur la rive gauche, sur le terrain de la gare des chemins de fer de l'Etat :

Une grue à main de la puissance de 30000 kil.	intérieure, pouvant déverser un wagon de 15000 kil.
Une grue à main de la puissance de 4000 "	
Huit grues mobiles à vapeur de . . 1500 "	Une grue à vapeur à l'Établissement
Deux grues mobiles à vapeur de . . 3000 "	de construction maritime à Feyenoord, puissance 60000 "
Un déversoir pour les wagonnets de houille, au service de la navigation	

Enfin, une compagnie particulière fournit en location deux machines à mâter flottantes, pouvant lever l'une 15000, l'autre 20000 kilogrammes.

Les bâtiments qui se trouvent le long des quais peuvent employer à volonté, pour la manutention de leur cargaison, soit l'outillage de la ville soit celui dont ils sont pourvus à bord. La ville loue aussi pour cela le petit matériel nécessaire, d'après le tarif suivant et par jour :

Chariots à six roues, chariots à roulette, tombereaux, par pièce fl. 0.35	Cries fl. 0.50
Charettes à quatre roues " 0.20	Guindeaux " 0.50
Les mêmes avec selles " 0.25	Auges en bois à chaînes " 0.35
Haquets " 0.20	Bacs de décharge en fer " 0.35
Leviers, aspects, pinces, pelles à lest à grain et autres, davières, sondes à sucre, crochets " 0.10	Bacs à bascule en fer " 0.50
Marteaux à griffe, doloirs de tonnelier, tenailles, la pièce " 0.05	Auges à minéral à triple issue " 1.00
Passerelles de charge " 0.25	Appareil de pesage Duckham, force 30.000 kilogrammes " 4.00
Chaînes, chaînes à crochet griffes etc., pinces à rails, tolles et filets de déchargement, bouts de corde, poulies " 0.20	Le même, force 3000 kilogrammes " 2.00
Lanternes, grand modèle, remplies " 0.50	Bascule avec poids, force 3000 kilogrammes " 3.00
Les mêmes, petit modèle " 0.35	La même, force de 2000 à 1000 kilogrammes " 1.50
Tables " 0.25	La même, force de 1000 kilogrammes et au dessous " 1.00
Paniers à grain " 0.40	Grosse balance avec accessoires et poids " 2.50
Vans " 0.40	La même avec tente " 3.00
Échelles " 0.30	Balance avec accessoires " 1.50
Bacs de décharge " 0.40	Auges à grain " 1.00
	Réservoirs à grain " 1.50
	Jeu de tréteux avec planches " 1.00
	Planches d'échafaudage la pièce " 0.20
	Grues à main " 1.50

Les fractions de jour sont comptées comme jours entiers.

L'usage du pont-bascule pour le pesage des wagons, qui peut porter 20000 kilogrammes, se paie sur le pied de fl. 0.75 par wagon, avec minimum de droit de pesage de fl. 1.50.

Tout ceci fait voir qu'on laisse la plus large mesure de liberté et de facilité en ce qui touche l'usage des installations du port.

CALES SÈCHES.

Il est indispensable que l'organisation d'un port de mer comprenne tout ce qui est nécessaire pour l'examen, le nettoyage et la réparation des navires.

Jusqu'en 1883, des compagnies privées, encore existantes aujourd'hui, pourvoyaient seules à cette nécessité.

C'étaient :

1^o. MM. J. TH. VAN LEEUWEN et C^{ie} qui exploitent une cale flottante de bois de 88 mètres de longueur et de 16^m, 15 de largeur intérieure, pour navires ne tirant pas plus de quarante-deux décimètres d'eau.

2^o. La Société générale des cales de radoub sur le Westzeedijk et

3^o. La Société de radoub Noordereiland.

Chacune de ces sociétés possède une cale pour navires de 1200 tonneaux.

Rotterdam et ses environs possèdent de plus un certain nombre d'établissements pour la construction et le radoub des bâtiments de rivière à voile et à vapeur.

Toutefois le Lloyd de Rotterdam et la Société néerlandaise-américaine de navigation à vapeur mirent dans notre mouvement maritime des bâtiments de dimensions trop considérables pour qu'ils pussent entrer dans la cale sèche de bois alors existante. La nécessité d'une cale de dimensions correspondant à celle des plus grands navires qu'on pût attendre à Rotterdam s'imposait dès lors.

Il ne fut toutefois pas possible de former une société qui voulût courir les risques attachés à pareille entreprise. Il fallait une très grosse somme d'argent et, d'un autre côté, les résultats de l'amélioration de la voie navigable de Rotterdam à la mer ne s'affirmaient pas encore.

La ville se décida donc, en 1880, à faire elle-même le nécessaire. L'établissement de docks fixes en maçonnerie présente chez nous des difficultés très grandes, à cause du peu de stabilité de nos terrains, et ces difficultés n'auraient pu être surmontées qu'au prix de capitaux fort considérables. On donna donc la préférence au système des docks flottants construits en fer.

Ces derniers ont, de plus, dans l'exploitation, cet avantage considérable sur les docks creusés dans le sol, que les bâtiments, une fois hors de l'eau, s'y sèchent plus promptement par l'effet du vent qui joue librement sur leurs deux faces.

Au lieu d'un seul grand dock, on en construisit deux ; l'un de quatre-vingt-dix, l'autre de quarante-huit mètres de long, sur largeur égale pour tous deux de 27^m, 40 hors d'œuvre et pouvant, outre leur propre poids, soulever 44000 kilogrammes par mètre courant de longueur.

Le dock de quatre-vingt-dix mètres pouvait recevoir des navires atteignant la longueur de cent dix mètres, la plus grande qu'on rencontrât alors dans les navires qui fréquentaient notre port. Le petit dock pouvait simultanément recevoir des navires ayant jusqu'à soixante-dix mètres de

longueur. Enfin, en accouplant en longueur les deux docks on réalise un appareil pouvant contenir un bâtiment de cent-cinquante mètres, avec poids maximum de six millions de kilogrammes. On a dû, en réalité, employer plusieurs fois ce mode d'accouplement.

Sur la rive gauche de la Meuse, on a creusé le bassin spécial dit Dokhaven, où les navires peuvent s'amarrer en toute sûreté à l'abri du courant, ce qui donne la facilité la plus entière pour les hâler dans le dock. L'ouverture des docks flottants de la ville a eu lieu au mois d'octobre 1883, par la mise en cale du navire à vapeur Gelderland appartenant au Lloyd de Rotterdam.

Avec l'augmentation du mouvement de navigation à Rotterdam l'emploi des docks augmenta pareillement dans une telle mesure que la nécessité d'en construire un troisième devint évidente. La ville s'y décida en 1890.

Le troisième dock fut ouvert en février 1893. La longueur en est de cent-dix mètres, avec puissance de levage de 55000 kilogrammes par mètre courant soit de six millions de kilogrammes au total. Des bâtiments de cent trente à cent-quarante mètres de longueur et tirant sept mètres d'eau peuvent y être admis. Un emplacement a été assigné à ce dock, auprès des deux autres, moyennant agrandissement convenable du bassin qui les contient.

Le coût de tout l'établissement a été comme suit:

Construction du bassin avec ses magasins et autres bâtiments de service	fl.	250 000
Docks I et II.	"	890 000
Agrandissement du bassin.	"	40 000
Dock III.	"	740 000
Total		fl. 1 880 000

L'emploi des docks flottants est soumis à un droit spécial dit dokgeld dont voici le tarif:

Jauge brute des bâtiments en mètres cubes.	Coût de la mise en dock et de la sortie.	Prix de location du dock par chaque jour d'occupation.
Bâtiments de 250 mètres cubes ou au dessous jusque à 400	Centièmes de florin. 9 par mètre cube.	Centièmes de florin. Durant les 5
De 401 à 450	8 $\frac{1}{2}$ " " "	premiers jours 3
" 451 à 500	8 " " "	par mètre cube et
" 501 à 750	7 $\frac{1}{2}$ " " "	par jour, durant
" 751 à 1000	7 " " "	les jours suivants
" 1001 à 2000	6 $\frac{1}{2}$ " " "	2 par mètre cube
" 2001 à 3000	6 " " "	et par jour.
" 3001 à 4000	5 $\frac{1}{2}$ " " "	
" 4001 et au dessus.	5 " " "	

En ce qui touche la mise en dock et la sortie, ce tarif, bien entendu, ne peut être jamais interprété de façon à ce qu'un navire dont la jauge est plus considérable soit soumis à des droits moindres qu'un navire plus petit.

Tant en ce qui concerne les manœuvres d'entrée et de sortie qu'en ce qui concerne le prix de location, ce tarif est augmenté de 25 p. % pour les navires qui font usage des deux docks de 48 et de 90 mètres accouplés ensemble, et de 50 p. % pour ceux d'une construction particulièrement pesante, comme le matériel cuirassé.

Comme jauge brute est considérée celle ressortant du certificat de jauge délivré par l'Etat.

A défaut de ce certificat ou bien d'une autre pièce constatant la jauge d'une façon suffisante, ou bien encore sur le refus de produire les pièces voulues, le navire est jaugé suivant les règles établies ou encore à établir par l'Etat et cette opération est faite par un expert commis par le collège échevinal.

Lorsqu'à son entrée dans le dock le navire se trouve sous charge partielle ou entière, le droit est perçu, non seulement sur la capacité brute du navire, mais de plus sur le volume du chargement évalué sur le pied de 2 mètres cubes 83 centièmes par mille kilogrammes de poids, jauge du navire et volume du chargement additionnés ensemble.

La longueur des navires peut, sans inconvénient, dépasser de 18 mètres celle des docks employés.

D'après un tarif fixe de rétribution, des bateaux et des pompes à vapeur, des cabestans, des guindeaux, la lumière électrique et autres accessoires peuvent être mis à la disposition des intéressés.

Le tableau suivant montre les résultats de l'exploitation.

ANNÉES.	NAVIRES AYANT EMPLOYÉ LES DOCKS.										Frais d'exploit- tation.	Droits perçus.	Solde net.		
	No. I long de 48 mètres.		No. II long de 90 mètres.		No. I et No. II accouplés.		No. III long de 110 mètres.		TOTAL.						
									Nombre de navires.	Nombre de jours.				Nombre de navires.	Nombre de jours.
1884	18	92	43	196 ⁷ / ₁₀ .	1	3 ¹ / ₂	—	—	62	292 ⁷ / ₁₀ .	Florins. 14049	Florins. 50146	Florins. 36097		
1885	14	42	44	166	—	—	—	—	58	208	14174	41734	27560		
1886	6	73	51	164	—	—	—	—	57	237	15107	49253	28146		
1887	10	57	48	160	—	—	—	—	58	217	14678	45978	31900		
1888	19	62	62	198 ¹ / ₂ .	2	5	—	—	83	265 ¹ / ₂ .	18968	60508	42140		
1889	28	111	72	237	3	6	—	—	103	354	24499	79776	49277		
1890	30	108	57	209	8	48	—	—	95	360	18910	85329	66419		
1891	36	173	75	194	10	29	—	—	121	396	25091	84487	59896		
1892	36	125	65	215 ¹ / ₂ .	7	27	1	2 ¹ / ₂ .	109	370	15310	85083	69773		
1893	34	132 ¹ / ₂ .	52	191 ¹ / ₂ .	1	3	41	140 ¹ / ₂ .	128	464 ¹ / ₂ .	29372	107692	78920		

Dans les frais d'exploitation sont compris les frais d'entretien tant des docks mêmes que du bassin qui les contient.

Un des facteurs les plus importants de l'évolution d'un port de mer est certainement un bon reliaient de ce port aux réseaux des chemins de fer. Plus augmente le nombre des voies ferrées rayonnant dans toutes les directions vers les pays situés en arrière de ce port, plus large s'ouvre la chance d'un grand mouvement par ces voies, lequel contribue singulièrement à sa prospérité. Le contact du port et du chemin de fer doit toutefois être immédiat; entre l'un et l'autre il ne doit pas exister une distance considérable, sous peine de voir les frais de mise en communication atteindre un chiffre trop élevé.

Le transport par chemin de fer se classe sous deux catégories principales, celui d'intérêt local et celui de transit.

Le transport d'intérêt local comprend soit les marchandises d'approvisionnement qui s'accumulent en masse considérable dans les magasins, pour être réexpédiées sur différents points par terre ou par eau, soit celles destinées à être reprises par des commerçants d'ordre divers qui les revendent en détail. A l'exploitation fructueuse des magasins il importe beaucoup qu'ils soient reliés aux voies ferrées et situés à quai, ce qui réduit les frais locaux au minimum. A cela se rapporte ce que j'ai dit touchant l'emmagasinage des marchandises.

En ce qui touche la catégorie concernant les commerçants divers ou les personnes privées, il importe que les gares de commerce ne soient pas situées à une trop grande distance, parce qu'autrement, dans une ville considérable, les frais de charroi pourraient atteindre une élévation hors de proportion avec la valeur des denrées. Le nombre des gares de commerce local doit donc se régler d'après l'importance de la ville.

A mon avis, une ville telle que Rotterdam devrait en avoir au moins quatre. Nous en possédons actuellement trois; une au nord, la gare de la porte de Delft, une à l'est, la gare de la Meuse, et une au sud, la gare de Feyenoord.

A raison du développement que prend la partie occidentale de la ville et des ouvrages de port qui y sont déjà projetés, il deviendra nécessaire d'y avoir une quatrième gare de commerce local. Les expéditeurs ou les destinataires pourront dès lors choisir pour leurs opérations celle des quatre gares dont l'emploi sera au mieux de leurs intérêts pécuniaires. Mais, pour cela, il faut que les gares soient reliées entre elles. La gare de la porte de Delft et celle de Feyenoord sont déjà en communication, et la réunion de la première avec la gare de la Meuse est en voie d'exécution au moyen d'un chemin de fer de ceinture au nord de la ville.

En ce qui concerne le transit, il faut distinguer entre la marchandise en masse et la marchandise en pièces. A la première catégorie appartiennent,

par exemple, les minerais, la houille, les bois, les grains, qui arrivent à pleines cargaisons pour être transportés plus loin par bateau ou par chemin de fer. Si c'est par chemin de fer, il faut des quais spacieux, sans hangars et avec beaucoup de rails.

Un navire qui apporte 3000 tonnes de minerai, et ce n'est pas encore là un très grand navire, a besoin de 300 wagons pour le transport de son chargement. Si donc quelques navires se trouvent à quai à proximité les uns des autres, on aura besoin d'un grand nombre de rails et d'aiguillages pour pouvoir décharger avec promptitude et sans gêne mutuelle. Aussi ces déchargements s'opèrent-ils le plus souvent aux gares des bassins, celle de Feyenoord et celle de la Meuse. Ce n'est que quand la place y manque, et cela arrive parfois, qu'on se sert pour cet objet du quai oriental du Binnenhaven.

Ce dernier quai est aussi consacré au transbordement des charbons et cokes d'exportation allemande, qui arrivent dans de nombreux wagons qu'il faut décharger avec célérité, ce qui exige naturellement l'emplacement spacieux et le grand nombre de rails que l'on rencontre sur ce point. Le déchargement des bâtiments à voile se fait également, la plupart du temps, sur le côté occidental du Binnenhaven, mais il occasionne moins d'encombrement, parce que, d'ordinaire, il n'a pas lieu avec autant de célérité.

La marchandise en pièces est surtout apportée ou reçue par des bâtiments à chargement mêlé, qui desservent les lignes fixes, et ont leurs emplacements réservés le long des quais. Il importe donc beaucoup, pour réduire au minimum la dépense locale, que les wagons puissent venir prendre ou livrer la cargaison à proximité immédiate de ces bâtiments.

Les lignes de navigation qui ont leurs emplacements fixes sur la rive droite ne jouissent pas encore de cet avantage. Jusqu'à ces dernières années la nécessité ne s'en faisait pas fortement sentir, parce que les cargaisons pouvaient évidemment supporter plus de frais et parce qu'un service d'allèges, établi pour le transport entre le chemin de fer et les navires et vice-versa, y suppléait dans une certaine mesure.

Toutefois, la concurrence chaque jour plus active de ports voisins a déjà obligé certaines lignes à transporter sur la rive gauche de la Meuse leurs emplacements d'amarrage et, très certainement, lorsque les travaux de développement de l'installation sur la rive droite seront terminés, les autres bâtiments à vapeur iront profiter des emplacements qu'on y trouvera reliés aux lignes de chemin de fer. Quand on dressa le projet des ouvrages à établir par l'Association commerciale de Rotterdam on songea, dès le principe à rattacher les quais aux chemins de fer. Un embranchement, passant sur le pont qui couvre l'embouchure sud du Spoorweghaven relie la gare aux marchandises de Feyenoord avec les quais du Binnenhaven et avec ceux du côté est du Spoorweghaven. Le long des magasins situés sur le dernier, il n'y a, au bord de l'eau, qu'un seul rail pour le

déplacement des marchandises, parce que le second doit rester affecté au service des grues. C'est là certainement une faute, car la communication directe par voie ferrée avec les navires qui se trouvent le plus au nord du Spoorweghaven s'en trouve grandement entravée. La conséquence en est qu'à l'exception des arrivages de charbon pour les bunkers et de certaines marchandises de grand poids, presque rien ne passe et ne peut passer par ce rail. On a été obligé d'en établir trois autres, en arrière des magasins, de telle sorte que la marchandise en pièces qui doit être expédiée par les chemins de fer ne peut parvenir à ceux-ci qu'en traversant les hangars. Pour certaines marchandises, assujetties à des formalités en douane, cela ne présente pas un grand inconvénient, mais, pour les autres, il n'en est pas de même. Aussi sur les quais nouveaux du Rynhaven a-t-on disposé deux lignes de rails le long de l'eau. L'emploi des grues à portail a permis, ce nonobstant, de ne pas laisser une distance plus grande qu'au Spoorweghaven entre le hangar et le bord de l'eau. Sur ce point enfin, on a allié les deux systèmes de quai couvert et de quai découvert. Au milieu du quai, on a réservé un espace découvert pour les bâtiments qui n'ont pas besoin de hangars, et cette disposition favorise grandement la circulation entre les chemins de fer et le quai. Les plaques tournantes et les rails transversaux gênent toujours beaucoup, spécialement pour l'emploi des voitures de charroi; aussi a-t-on éliminé la presque totalité des appareils de cette nature posés en 1873, lors du premier établissement.

La ville de Rotterdam est devenue propriétaire, moyennant achat, des terrains hors digue sur la rive gauche de la Meuse. Cette acquisition présente un développement en longueur de plus de neuf kilomètres et d'environ 365 hectares en superficie.

Sur cet espace, ont été établis les ouvrages de port actuellement existants, d'autres y seront établis au fur et à mesure des besoins, d'après les plans déjà projetés. On y a aussi projeté la construction du nouveau quartier industriel de Rotterdam, à l'est de la levée du chemin de fer, construction dès aujourd'hui assez avancée pour qu'une partie du quartier soit en exploitation.

Les meilleurs soins ont été donnés, cela se conçoit, à la mise en contact avec le chemin de fer, de telle façon que toute partie des bassins, comme aussi toute usine située dans le quartier, soit accessible au moyen de rails. Ce n'est pourtant pas encore assez; il est nécessaire que l'exploitation de pareils embranchements secondaires soit, non seulement assurée, mais aussi qu'elle soit au meilleur marché possible. Lorsque, comme c'est ici le cas, l'administration de la ligne ferrée et celle du port ne sont pas dans une seule main, un traité à terme suffisamment long doit intervenir.

Les chemins de fer ont besoin des ports pour nourrir leur mouvement. Réciproquement, on ne peut se figurer un port bien exploité sans le secours des chemins de fer.

Il y a donc là une communauté d'intérêt qui doit servir de base au contrat; les deux parties doivent rechercher l'extension du mouvement, comme source de profit immédiat.

En 1889, fut conclue, entre la ville et la Compagnie pour l'exploitation des chemins de fer de l'Etat, une convention touchant l'établissement et l'usage de voies de rails sur les terrains situés sur la rive gauche de la Meuse, qui appartiennent ou appartiendront, soit en propriété soit en jouissance à Rotterdam. Les principales clauses du traité sont les suivantes.

1° La Compagnie d'exploitation s'oblige :

A. A faire figurer, comme gare spéciale, dans tous ses tarifs pour le transport des marchandises, les terrains de commerce situés entre le chantier de construction de Feyenoord et la limite occidentale de l'emplacement loué à la Compagnie américaine des pétroles et cela au même taux de transport que la gare de Feyenoord.

B. Si les rails venaient à être prolongés à l'ouest de la dernière limite susmentionnée, ainsi que cela a déjà eu lieu pour prendre contact avec le chantier à pétrole de MM. RIETH ET C^{ie}, à ne point appliquer de tarif plus élevé que celui stipulé sous la lettre A, majoré seulement de quinze centièmes de florin par tonne.

2° Tous frais d'exploitation, toutes charges, toute responsabilité découlant de l'emploi de la voie ferrée sont exclusivement supportés par la Compagnie d'exploitation.

3° L'établissement et l'entretien de la voie, c'est-à-dire de la chaussée en terre avec les ponts, viaducs et autres ouvrages y nécessaires, sont faits par la ville, l'établissement et l'entretien de la superstructure, c'est-à-dire des rails, traverses, aiguillages, plaques tournantes, par la Compagnie d'exploitation.

4° Sur le produit des transports effectués par elle, de provenance ou à destination des Emplacements de commerce, la Compagnie d'exploitation met annuellement en réserve une certaine somme, sur laquelle il est, en dehors d'autres petites redevances, payé à la ville quinze centièmes de florin par mètre courant de voie, pour l'entretien de la voie, et vingt-cinq millièmes de florin par mille kilogrammes de marchandise amenées sur les emplacements de commerce ou sorties des dits emplacements.

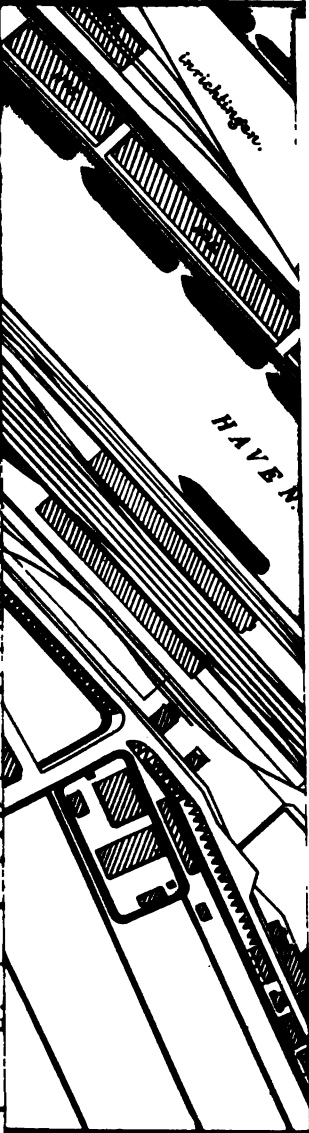
5° La Compagnie s'oblige à admettre sur les Emplacements de commerce les trains des autres compagnies de chemins de fer, et à leur concéder l'usage des rails et aiguillages qui s'y trouvent, aux mêmes conditions auxquelles, suivant la loi, elle serait tenue dans des circonstances identiques de concéder cet usage sur tout chemin de fer exploité dans les Pays-Bas. Le décompte avec la ville des recettes encaissées de ce chef se fera comme il est dit sous le numéro quatre.

6° La convention est conclue pour une durée de vingt-cinq ans, avec les stipulations nécessaires en cas de prolongation du contrat, de rachat des lignes par l'Etat &c.

Cet arrangement a assuré la bonne exploitation des bassins et des rains industriels au moyen des voies ferrées. Ni les destinataires des marchandises apportées par mer, ni ceux qui en opèrent le transbordement n'ont rien à payer en sus des tarifs ordinaires pour le transport d'un sens ou dans l'autre, non plus que les propriétaires des usines établies sur les terrains appartenant à la ville. D'un autre côté, par la redevance qui lui est assurée d'après la longueur des lignes du réseau et d'après l'importance du mouvement, cette dernière est intéressée à faire tout ce qui est en elle pour favoriser ce mouvement.

Si des ouvrages projetés sur la rive droite de la Meuse, dans la partie occidentale de la commune viennent à être exécutés, il y aura là une nouvelle gare maritime et marchande qui devra naturellement être reliée aux autres gares. Il deviendra alors nécessaire de construire, sur le chemin de fer de ceinture, une grande gare de triage, sur laquelle seront dirigés les trains de marchandises mêlées, afin qu'on y fasse le classement des wagons destinés à chacune des autres gares. A chaque gare maritime doit également y avoir un terrain de rangement, sur lequel puisse s'effectuer le tri des wagons destinés aux divers quais et aux différentes usines.

Par là seulement, même en cas d'encombrement ou de barrage du port par les glaces, les compagnies de chemins de fer se trouveront à même de tirer tout le parti possible du matériel dont elles disposent.



VI^m CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

LA HAYE, 1894.

6

2^e QUESTION.

LE PORT D'AMSTERDAM

PAR

J. A. SCHUURMAN,

Ingénieur en chef, Directeur des travaux de la ville.

LA HAYE,

Typ. de BELINFANTE FRÈRES, A. D. SCHINKEL Succ.,

PAVELJOENSGRACHT, 19.

1894.



DeGrand fund

Sixième Congrès international de Navigation intérieure

LA HAYE. 1894.

OUTILLAGE DES PORTS DE NAVIGATION.

LE PORT D'AMSTERDAM

PAR

J. A. SCHUURMAN,

Ingenieur en chef, Directeur des travaux de la ville.

Le signification, d'un port de mer est dominée par: ses accès du côté de la mer, qui doivent sûrs, toujours ouverts, libres de droits et d'impôts et ne donnant pas lieu à des pertes de temps; par des bassins tranquilles, et par des communications favorables par eau et par terre avec l'intérieur du pays, permettant de transporter les marchandises arrivées à leurs destinations respectives, rapidement et avec un minimum de frais.

Si un port présente par sa situation ces avantages essentiels, il remplit les conditions qui doivent assurer son progrès et sa prospérité dans le domaine commercial. L'organisation du port tels que: la construction de bassins, de quais, d'entrepôts, de magasins, de sheds, de hangars, les relations avec les chemins de fer et les cours d'eau, les élévateurs etc., tout cela suit alors régulièrement, et se perfectionne généralement au fur et à mesure que le besoin s'en fait sentir.

Certains ports Européens, par leur position géographique, remplissent si avantageusement ces conditions, qu'on dirait qu'ils sont tout indiqués non seulement pour attirer à eux les vaisseaux, mais aussi pour s'emparer d'une grande partie du commerce de transit, c. à. d. pour approvisionner une partie considérable du continent par les marchandises venues d'outre mer. Ceci doit avoir pour conséquence naturelle que dans ces ports le commerce d'exportation marchera de pair avec l'importation; en effet on dirige les vaisseaux de préférence vers ces ports où un prompt rechargement est probable.

Grâce à l'achèvement du canal de la Mer du Nord, et de l'avant-port d'Ymuiden en 1876, à des relations par chemin de fer plus nombreuses et plus courtes avec l'Allemagne, établies en 1875, grâce surtout au canal du Rhin achevé en 1892, Amsterdam s'est vu frayer le chemin pour maintenir son titre de ville commerciale, d'entrepôt et de port de transit.

Ce titre est justifié d'abord par le commerce important avec les Colonies des Indes Orientales et Occidentales que l'on peut constater par la prospérité toujours croissante des grandes lignes de navigation à vapeur „Nederland”, „Oceaan” et le „Koninklijke West-Indische Maatschappij”.

Amsterdam entretient un commerce Européen non moins important, qui est desservi par certaines lignes particulières, mais surtout par la florissante „Société Royale Néerlandaise de Navigation à vapeur”, dont les vaisseaux visitent à des époques régulières les ports de la Méditerranée, de la Mer Baltique, de la Mer du Nord, et ceux des côtes Françaises et Portugaises.

Amsterdam offre tant au commerce d'entrepôt qu'au commerce de transit, des quais, des bassins, de dimensions plus que vastes, qui ont été construits après 1875. Dans son port, grâce au niveau à peu près invariable de l'eau, et par la protection des digues, on trouve toujours de l'eau tranquille.

On aime de profiter du déchargement rapide qu'on trouve dans les vastes et tranquilles bassins; c'est ce qu'on peut constater par l'accroissement constant du tonnage moyen des navires qui amènent à Amsterdam des marchandises. Ce tonnage moyen était :

en 1877 de	1579 m ³ .	en 1886 de	2349 m ³ .
„ 1878 „	1603 „	„ 1887 „	2309 „
„ 1879 „	1766 „	„ 1888 „	2427 „
„ 1880 „	1826 „	„ 1889 „	2454 „
„ 1881 „	1841 „	„ 1890 „	2508 „
„ 1882 „	2069 „	„ 1891 „	2656 „
„ 1883 „	2255 „	„ 1892 „	2790 „
„ 1884 „	2291 „	„ 1893 „	2890 „
„ 1885 „	2399 „		

Une fois que le vaisseau de mer a passé l'écluse à Ymuiden il navigue vers un port qui sous les rapports d'accès, d'étendue des débarcadères et d'outillage, remplit amplement les conditions que nous avons énumérées au commencement.

De la mer on a accès au port d'Amsterdam par le port d'Ymuiden et le canal de la Mer du Nord.

Le Zuiderzée avec les écluses de Schellingwoude (Ecluses d'Orange) et le canal Nord-Hollandais, livraient, il est vrai, autrefois également accès du côté de la mer; mais pour les vaisseaux de mer actuels, à grand tirant d'eau, ils ont perdu leur valeur, tout en conservant une grande importance pour la navigation intérieure.

Le canal de la Mer du Nord libre de péage depuis 1890, peut actuellement recevoir des vaisseaux de 135 m. de longueur sur 16 m. de largeur

avec un tirant d'eau de 7,20 m. A Ymuiden une deuxième écluse est en construction dont le sas a une longueur de 225 m. sur une largeur de 25 m. Le busc a une profondeur de 10 m.

Par là le profil du canal de la Mer du Nord sera agrandi, après quoi des vaisseaux de mer d'un tirant d'eau de 9 m. pourront entrer dans le port d'Amsterdam.

Outre l'écluse d'Ymuiden les vaisseaux en destination d'Amsterdam ont à passer un pont de communication ordinaire à Velzen, et deux ponts de chemin de fer : l'un à Velzen appartenant à la ligne Haarlem-Alkmaar, et l'autre appartenant à la ligne du chemin de fer Nord-Hollandais Amsterdam-Zaandam. Un court arrêt en est la conséquence naturelle. En tout cas le voyage d'un vaisseau d'Amsterdam vers la mer (et vice-versa) ne dure généralement pas plus de 3 heures.

Le tableau suivant montre le progrès de la navigation par le canal de la Mer du Nord.

BATEAUX ÉCLUSÉS PAR LES ÉCLUSES DE LA MER DU NORD.

Année.	VERS LA MER.		DE LA MER.		TOTAL.	
	Nombre	Tonnage en M ³ .	Nombre	Tonnage en M ³ .	Nombre	Tonnage en M ³ . *)
1877	1706	1 462 178 net.	1607	1 421 598 net.	3313	3 965 192 brut.
1878	1655	1 581 504 "	1587	1 601 869 "	3242	4 376 450 "
1879	1919	1 857 833 "	2094	1 953 980 "	4013	5 241 242 "
1880	2214	2 107 188 "	2281	2 157 774 "	4495	5 864 322 "
1881	2266	2 320 927 "	2337	2 269 397 "	4603	6 311 695 "
1882	2321	2 580 370 "	2353	2 595 325 "	4674	7 116 580 "
1883	2773	2 742 049 "	2821	2 695 242 "	5594	7 476 275 "
1884	2776	2 979 764 "	2660	2 952 598 "	5436	8 156 947 "
1885	2744	3 022 977 "	3067	3 031 295 "	5811	8 324 624 "
1886	2852	3 119 774 "	3090	3 133 351 "	5942	8 064 365 "
1887	3019	4 077 128 brut.	3237	4 137 604 brut.	6256	8 214 782 "
1888	3277	4 224 520 "	3582	4 339 001 "	6859	8 653 521 "
1889	3231	4 434 242 "	3560	4 456 769 "	6791	8 891 011 "
1890	3514	4 705 791 "	4238	4 722 321 "	7752	9 428 112 "
1891	3863	5 095 539 "	4286	5 131 965 "	8149	10 227 504 "
1892	3536	5 253 412 "	4507	5 231 726 "	8043	10 485 138 "

(*) Pour les années 1877 à 1887 les chiffres du tonnage total ont été réduits du net au brut.

En comparant la navigation par les écluses du canal de la Mer du Nord en 1877, première année de l'ouverture de ce canal, avec celle de 1892, on voit que le nombre de navires s'est accru de 130 p. cent; et le tonnage de 170 p. cent.

Le nombre des navires entrés dans le port d'Amsterdam, était :

en 1877	de 1540 avec un tonnage brut. de 2 431 715	m ³ .
" 1878	" 1472 " " " " " 2 380 287	"
" 1879	" 1526 " " " " " 2 604 269	"
" 1880	" 1614 " " " " " 2 947 164	"
" 1881	" 1658 " " " " " 3 062 218	"
" 1882	" 1702 " " " " " 3 504 942	"
" 1883	" 1607 " " " " " 3 624 233	"
" 1884	" 1698 " " " " " 3 889 061	"
" 1885	" 1635 " " " " " 3 922 974	"
" 1886	" 1576 " " " " " 3 701 722	"
" 1887	" 1600 " " " " " 3 693 747	"
" 1888	" 1576 " " " " " 3 824 380	"
" 1889	" 1642 " " " " " 3 964 112	"
" 1890	" 1675 " " " " " 4 200 409	"
" 1891	" 1723 " " " " " 4 575 942	"
" 1892	" 1632 " " " " " 4 553 662	"
" 1893	" 1558 " " " " " 4 512 347	"

Comme on le voit, le nombre des navires arrivés à Amsterdam depuis 1877 a peu changé; le tonnage au contraire a augmenté de 86 p. cent.

L'accès de la mer par le Zuiderzée et les écluses d'Orange à Schellingwoude est destiné au ralliement avec les ports des provinces septentrionales et orientales du pays; il est donc usité principalement pour la navigation sur les côtes du Zuiderzee. Le busc des écluses d'Orange a une hauteur de 4,50 m. ÷ AP. (1); de sorte qu'à une hauteur d'eau de 0,50 m. ÷ AP. les navires peuvent avoir un tirant d'environ 4 m. Le passage par ces écluses est très important. Il y passa en 1892 : 25 bâtiments de mer (barques, bricks, goëlettes); 12157 bateaux à vapeur; 28729 voiliers pour la navigation intérieure; et 53141 chaloupes de pêcheurs; en somme: 94052 bâtiments.

Par le canal Nord-Hollandais, aujourd'hui destiné surtout à la navigation intérieure, le canal du Rhin, l'Amstel, et beaucoup d'autres canaux, Amsterdam possède une grande ressource de communication par eau avec le Rhin et l'intérieur du pays, dans toutes les directions. En 1892 il est arrivé à Amsterdam par ces diverses voies 88783 bateaux fluviaux, avec un tonnage de 2777618 m³.

On peut constater l'augmentation des communications avec le Rhin, par les déclarations d'entrée et de sortie qui se font à Lobith pour les vais-

(1) Un repère établi à Amsterdam (Amsterdamsch Peil, par abréviation AP) détermine un plan de comparaison auquel sont rapportées les hauteurs de tous les travaux en Hollande. Les cotes sont précédées des signes + ou ÷, suivant qu'elles s'appliquent à des niveaux supérieurs ou inférieurs à celui de AP.

seaux qui se dirigent vers Amsterdam, ou qui en reviennent. Ces déclarations d'entrée et de sortie accusaient en 1883 un tonnage de 149000 m³, et en 1893 un tonnage de 197000 m³, par conséquent une augmentation d'au moins 24 p. cent.

Le port d'Amsterdam est relié aussi d'une manière avantageuse et multiple avec le réseau des chemins de fer Européens. Ces relations s'étendent vers Essen, par Hilversum, Zutphen et Winterswijk, avec un embranchement de Zutphen par Hengelo vers Salzbergen, et un embranchement de Hengelo vers Gronau par Enschedé. Elles s'étendent vers Cologne par Utrecht, Arnhem et Emmerich; par Utrecht, Boxtel et Venlo vers Wesel, Gladbach et Cologne; par Amersfoort, Kesteren et Nimègue, vers Clève; et de Nimègue vers Venlo etc. Par Haarlem, Rotterdam et Roosendaal vers Anvers; par Utrecht, Bois-le-Duc et Tilbourg, vers Turnhout; par Utrecht, Bois-le-Duc et Eindhoven, vers Liège; par Zaandam, Enkhuizen, Stavoren, Leeuwarden et Groningue vers l'Allemagne du Nord; par Amersfoort, Zwolle et Groningue, également vers le Nord de l'Allemagne, etc.

Après ce coup d'œil général sur les moyens de communication, nous pouvons aborder la description des installations du port d'Amsterdam. Nous décrirons à grands traits son organisation et son usage, et ensuite les ressources qu'il présente au commerce.

A. Bassins.

Le port possède les bassins suivants, où les bâtiments de mer attachés à des ducdalves ou des bouées peuvent transborder leur chargement sur des vaisseaux de navigation intérieure.

a. *L'Y endigué* (afgesloten Y). Le mouillage et le débarcadère principaux dans ce bassin se trouvent entre le Quai du Commerce et la digue qui lui est élevée parallèlement à une distance de 230 m. Ce lieu de mouillage et de débarquement est donc en communication directe avec le canal de la Mer du Nord; tandis que les vaisseaux du Rhin peuvent l'atteindre par le canal du Rhin, et les autres bateaux de rivière par les nombreux canaux de la ville qui ont leur embouchure dans l'Y endigué.

Ce bassin a une superficie de \pm 13 hectares, et une profondeur de 8,20 m. \div AP. Par une hauteur d'eau de 0,50 m. \div AP. des vaisseaux d'une calaison de plus de 7,50 m. peuvent donc y mouiller à l'aise.

La digue susmentionnée a été construite en 1890. Avec les bouées qui se trouvent au mouillage, elle a coûté la somme de fl. 480000. Elle a pour but d'éviter la formation des vagues par un vent du Nord, et d'obtenir ainsi une eau tranquille. Elle forme le commencement d'un nouveau Quai du Commerce, indiqué sur le plan en pointillé, et dont la construction sera entreprise sitôt que le besoin d'une plus grande longueur de quais pour les bâtiments de mer se fera sentir.

Les vaisseaux sont amarrés à des ducdalves qui sont implantés dans

la digue, et à des bouées qui sont attachées avec des chaînes à des ancrs à vis. En tout 24 grands bâtiments de mer peuvent mouiller dans ce bassin.

Une bouée avec chaîne et ancre à vis coûte 1400 fl. Les ducdalves, qui coûtent environ 1300 fl. pièce, ne sont pas à recommander dans les eaux profondes, et dans les endroits où le sol a, comme ici, peu de fermeté.

b. *Le Dock Oriental.* (Oosterdok) Ce bassin a une superficie d'environ 12 hectares, et une profondeur de 6,50 m. ÷ AP. Il est en communication avec l'Y endigué par les écluses „Oosterdoksluizen”, larges de 15,4 et 9 m. avec une hauteur de busc respectivement de 6,25 et 5 m. ÷ AP. Au dessus de ces écluses, qui en règle générale sont ouvertes, se trouvent deux ponts mobiles, l'un pour passage ordinaire, l'autre réservé au chemin de fer.

Ce dernier pont qui doit être presque toujours fermé à cause de l'exploitation du chemin du fer, occasionne souvent des arrêts aux navires qui aiment encore à faire usage de ce vieux bassin. Des plans ayant pour but de donner au chemin de fer un autre tracé qui ferait disparaître cet inconvénient, sont actuellement en élaboration.

Il peut mouiller en tout dans ce bassin 31 navires. Il est surtout utilisé par des vaisseaux de mer, dont le chargement est destiné à être emmagasiné dans les entrepôts situés à l'Est de la ville, ou qui doivent le transborder sur des vaisseaux du Rhin.

Le dock est en communication avec le Dock de la Marine (propriété de l'État); avec le Nouveau Canal (et par celui-ci avec le canal du Rhin); avec les chantiers et les fabriques qui se trouvent le long des canaux de la Digue (Dijksgracht), de Kattenburg et de Wittenburg; et par le „Oude Schans” et le Nouveau Heerengracht, avec les eaux intérieures de la ville.

Au côté Nord se trouve une machine à mâter d'une puissance de 40 tonnes.

c. *Le Dock Occidental* (Westerdok). Ce bassin, vieux également, pourvu sur la rive occidentale de chantiers, de fabriques et de magasins, a une superficie d'environ 10 hectares, et une profondeur de 5,50 m. ÷ AP. Il se trouve en communication avec l'Y endigué par les Westerdoksluizen (larges de 13,84 et 7,85 m. avec une hauteur de busc respectivement de 5,90 m. ÷ AP. 3,82 m. ÷ AP.); tandis que par le Prinsengracht, le Zoutkeetsgracht et le canal Occidental, on peut atteindre les nombreux magasins qui se trouvent par là, ainsi que les eaux intérieures.

Au dessus de ces écluses qui en règle générale sont ouvertes, se trouvent deux ponts mobiles, l'un à destination ordinaire, l'autre livrant passage au chemin de fer. Le chemin de fer qui traverse ce pont, ne sert qu'à transporter les marchandises de et vers les installations maritimes situées sur le Westerdoksdijk, et présente par conséquent pour la navigation des inconvénients moindres que ceux qui sont présentés par le

pont du chemin de fer situé au dessus de l'écluse du Dock Oriental.

Néanmoins un dock qui n'est accessible aux vaisseaux de mer que par des écluses et après l'ouverture d'un pont n'est pas à approuver.

C'est pour ce motif que l'on a construit les bassins ouverts mentionnés sous les lettres *a* et *d*, et dont la superficie dépasse celle des docks Oriental et Occidental.

Ce bassin peut contenir en tout 15 vaisseaux de mer. Il est surtout utilisé par des vaisseaux qui doivent déposer ou prendre leur chargement aux magasins, etc. situés dans la partie occidentale de la ville.

d. L'Avant-port du Bassin au Bois. Cet avant-port commencé en même temps que le Bassin au Bois entre les années 1876—83, a une superficie de 15½ hectares, et une profondeur de 7,50 m. qui par endroits atteint 8,20 m. ÷ AP. Il est séparé de l'Y endigué par une digue en terre, et du Bassin au Bois proprement dit par un ouvrage d'enrayement en bois. Une ouverture dans la digue, large de 30 m. donne accès à l'Y endigué, tandis qu'on est mis en communication avec les eaux intérieures par le canal Occidental qui est profond de 3 m.

Dix neuf bâtiments de mer parmi lesquels les plus grands, peuvent s'amarrer aux ducdalves, pour transborder leur chargement dans les bateaux fluviaux.

Avant de clore cette partie, je me permets d'exprimer l'opinion, que dans le projet d'un bassin pour vaisseaux de mer, on doit, si faire se peut, tâcher de remplir les conditions suivantes :

„L'accès d'un bassin pour vaisseaux de mer doit autant que possible se trouver dans la direction du chenal, et ne pas être obstrué par des écluses ou des ponts.

„Il faut que les vaisseaux de navigation intérieure puissent venir en contact avec les bâtiments de mer. Il faut donc qu'il y ait pour les vaisseaux de rivière et de navigation intérieure un canal sûr, d'environ 3 m. de profondeur, par lequel ils puissent atteindre le bassin.

„Il faut que dans le canal il y ait une eau tranquille : de sorte que même par un temps venteux le chargement et le déchargement des vaisseaux de mer puissent être continués sans interruption.”

B. Quais.

a. Quai oriental du Commerce (Oostelijke Handelskade). Parmi les quais destinés au chargement et au déchargement des bâtiments de mer, nous devons mentionner en première ligne le Quai oriental du Commerce, construit par la Commune pour \pm fl. 3 375 000. Il a une longueur de \pm 2000 m. et une largeur de 59 m.; excepté la partie occidentale qui sur une longueur de 85 m. a une largeur de 110 m.

Le mouillage pour les vaisseaux de mer est situé du côté Nord, où l'Y endigué a une profondeur de 8,20 m. ÷ AP.; de sorte que par un niveau de 0,50 m. ÷ AP., on y rencontre une profondeur de 7,70 m. Du côté

Sud, le quai est aborné sur une longueur de 1200 m. par un port intérieur, qui, comme son nom l'indique est destiné aux bateaux de navigation intérieure. Ce port a une largeur moyenne de 52 m. et une profondeur d'eau de 3 m. Tant du côté Nord que du côté Sud du quai on a construit des murs de quai dont la plate-forme de même que le terre-plein du quai sont situés à 1,50 m. + AP. Cette plate-forme se trouve donc à environ 2 m. au-dessus du niveau ordinaire, hauteur qui a paru convenable tant pour les bâtiments de mer que pour les vaisseaux de navigation intérieure.

Sur le quai il y a cinq et sur une certaine distance six lignes de chemin de fer, reliées entre elles par des excentriques et des traverses. Ces chemins de fer sont reliés à la gare des marchandises qui se trouve dans le voisinage.

Conformément à sa largeur le quai est divisé comme suit: du côté Nord une bande d'environ 6 m. réservée à une voie ferrée et le train des grues „overhead”; ensuite une zone de 25 m. pour hangars et magasins; tandis que l'espace de 28 m. qui reste, est occupé par une voie ferrée qui longe le côté Sud des hangars et magasins, une voie carrossable pour les communications ordinaires, trois voies de manœuvres et une voie ferrée pour les grues „piédestal” le long du port intérieur.

L'expérience a appris que deux lignes de chemin de fer le long du côté antérieur ou Nord du quai, seraient très utiles au commerce de transit. Lors de la construction par la Commune en 1891 de trois sheds au côté oriental du quai, on a pris cette exigence en considération. La distance des hangars et magasins aux vaisseaux devient il est vrai par là un peu plus grande, mais il a été obvié à cet inconvénient en donnant aux grues une plus grande volée.

Au côté Ouest du quai, la commune, moyennant une dépense de fl. 235 000 a élevé un édifice pour le service général. On y a établi les bureaux pour le pilotage; les bureaux des postes et télégraphes; une succursale de l'Institut royal Néerlandais de Météorologie; les droits d'entrée et accises; et enfin un bureau de police. Les services avec lesquels le commerce est journellement en contact se trouvent donc là tous réunis.

Le quai est pourvu d'engins qui sont mus par une pression hydraulique de 50 atmosphères. Il y a au côté Ouest du quai: 1 grue fixe pouvant lever 30000 kilogr.; le long du mur du quai du Nord, 23 grues mobiles „overhead” de 1500 kilogr. de force, une de 3000 et une de 6000 kilogr.; 2 grues mobiles „piédestal” d'une puissance de levage de 1500 kilogr.; 6 cabestans d'une puissance de 1000 kilogr.; et 8 élévateurs mobiles (jigger hoist) d'une puissance de 1000 kilogr., et qui peuvent être utilisés tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments. Le bâtiment des machines se trouve à l'extrémité orientale du port intérieur. Il s'y trouve deux compound-machines horizontales, chacune de 90 chevaux vapeur (effectif); tandis

qu'il y a encore de la place pour deux machines semblables. La vapeur est fournie par six générateurs; tandis que 3 accumulateurs maintiennent l'eau sous la pression exigée de 50 atmosphères. L'eau qui est pressée dans le réseau des tuyaux retourne au bâtiment des machines. En temps de gelée l'eau en est chauffée; ce qui a produit le résultat que même pendant le rude hiver de 1891 on a pu se servir sans interruption de ces machines. Les frais de ces installations hydrauliques ont monté environ à la somme de 570000 florins.

Le tableau suivant donne un aperçu de l'exploitation.

ANNÉE.	Nombre d'heures que la pompe a travaillé (heures de vapeur)	Nombre de jours que la pompe a travaillé (jours de vapeur).	Moyenne des heures de vapeur par jour de vapeur.	Frais d'exploitation.	Loyers perçus sur les élévateurs.	Nombre moyen d'élévateurs en activité par jour de vapeur.	Frais par élévateur par jour de vapeur.	Consommation de charbon par heure de vapeur en hectolitres à 85 kil.	pour un vapeur en travail.	Loyers perçus par élévateur et par jour de vapeur.	
1891	4712,5	317	14,86	fl. 18813,89	fl. 15436,37 ⁵	6,25	fl. 9,49 ⁵	1,199	17,82 ⁵	2,852	fl. 7,79
1892	5128,5	320	16,026	" 25885,81	" 25226,73 ⁵	7,88	" 10,26 ⁵	1,017	16,3	2,068	" 10,00
1893	5443,5	326	16,7	" 26854,98	" 25388,57	10,006	" 8,23	1,5	25,04	2,502	" 7,78

La recette de l'outillage hydraulique augmente chaque année. Il était

en 1886, de	fl. 5296
" 1887, "	" 10328
" 1888, "	" 8190
" 1889, "	" 12685
" 1890, "	" 10973
" 1891, "	" 15436
" 1892, "	" 10802
" 1893, "	" 24885

Voici le tarif pour l'usage des engins hydrauliques :

A. Pour la grue de 30 tonnes.

1°. Pour pose et enlèvement de mâts etc.

- De 15 décimètres de circonférence et au-dessous par décimètre fl. 0,40.
- D'une circonférence plus grande, pour chaque décimètre en sus fl. 0,05.
- avec beauprés et haubans augmentation d'un quart du prix mentionné sous a) et b).

2°. Pour la manipulation d'autres objets que ceux mentionnés sous le 1°.

Pièces pesant de	Pour chargement ou déchargement.	Pour transbordement.
1501 à 5000 kil. par 1000 kil.	fl. 0,75	fl. 1,15
5001 " 10000 " " " " " "	" 1,15	" 1,75
10001 " 15000 " " " " " "	" 1,50	" 2,35
15001 " 20000 " " " " " "	" 2,35	" 3,00
20001 " 25000 " " " " " "	" 3,00	" 3,75
25001 " 30000 " " " " " "	" 4,00	" 5, -

3°. Pour l'usage par jour fl. 30,00.

Lorsqu'une pièce à soulever doit rester pendant un certain temps suspendue à la grue, on compte outre la redevance du 1° et du 2° en sus et par heure :

jusqu'à 5000 kil°	fl. 5,00
de 5001 à 10000 kil°	„ 8,00
„ 10001 „ 15000 „	„ 13,00
„ 15001 „ 20000 „	„ 20,00
„ 20001 „ 25000 „	„ 30,00
„ 25001 „ 30000 „	„ 40,00
La location minimum d'une grue est de fl. 5,00.	

B. Pour les grues mobiles et élévateurs (jiggers).

Pour l'usage d'une grue mobile par heure	fl. 1,00
„ „ „ „ „ demi-journée	„ 5,00
„ „ d'un élévateur „ heure	„ 0,70
„ „ „ „ „ demi-journée	„ 4,00

Le maximum de location pour l'usage durant une journée ou moins :

Pour une grue mobile	fl. 24,00
„ un élévateur (jigger).	„ 18,00

Pour l'usage des engins les Dimanches, ou en dehors des heures ordinaires de travail (excepté de midi à 1 heure), la location est tarifée comme suit :

Pour l'usage de la grue fixe de 30 tonnes outre le prix déterminé sous la lettre A	fl. 5,00
„ „ d'une grue mobile, par heure	„ 1,50
„ „ d'un élévateur (jigger) par heure	„ 1,00

A l'extrémité occidentale du Quai du Commerce, la commune a placé une grue à vapeur d'une puissance de 80000 Kil° dont le bossoir a une envergure de 10,50 m. La grue touche au chemin de fer, de sorte que les wagons peuvent être amenés à sa portée. Les frais de la grue avec accessoires ont été de fl. 66000. Le tarif pour l'usage de cette grue et de celle du Dock oriental mentionnée dans A sous b (page 6) est comme suit :

- 1°. Pour la pose et l'enlèvement de mâts etc. le même tarif que pour la grue hydraulique de 30 tonnes ;
- 2°. Pour la manipulation d'autres pièces que celles désignées sous le 1°, à la masse, pour 24 heures consécutives au plus :

au-dessous de 10000 kil° par 1000 kil°	fl. 1,—
de 10000 à 20000 „ „ „	„ 0,95
„ 20000 „ 30000 „ „ „	„ 0,90
„ 30000 „ 40000 „ „ „	„ 0,85
„ 40000 „ 50000 „ „ „	„ 0,80
„ 50000 et au-dessus „ „ „	„ 0,75

Pour des pièces de 10000 Kil° et au-dessus il est en outre perçu :

de 10000 à 15000 kil° par 1000 kil°	fl. 1,25
„ 15000 „ 20000 „ „ „	„ 1,55
„ 20000 „ 25000 „ „ „	„ 1,85
„ 25000 „ 30000 „ „ „	„ 2,10
„ 30000 „ 40000 „ „ „	„ 2,65
„ 40000 „ 50000 „ „ „	„ 3,20
„ 50000 „ 60000 „ „ „	„ 3,75
„ 60000 „ 80000 „ „ „	„ 4,25

Outre ces locations il est encore perçu pour la grue à vapeur de 80 tonnes: pour la première heure 5 fl.; et pour chaque heure suivante 2 fl.

La Société des Chemins de fer Hollandais (qui exploite les rails du Quai du Commerce moyennant une redevance annuelle à la Commune de 14000 fl.) a construit à l'extrémité orientale du Quai du Commerce un élévateur pour le chargement du charbon et du coke dans les vaisseaux de mer. Cet engin a une puissance de 20 000 kil^s. Sa plate forme soulevée en même temps avec le wagon reçoit sa pression hydraulique des appareils de la Commune, moyennant une redevance pour l'eau sous pression de 0,50 fl. par m³. En 1892, 2539 wagons de charbon etc. furent déchargés à l'aide de cette machine.

En commençant du côté occidental, on rencontre sur le quai les installations commerciales suivantes:

1°. L'emplacement d'une étendue de 10425 centiares, de la Société de navigation à vapeur „Nederland". Cette société possède 14 vaisseaux à vapeur, et exploite un service régulier de quinze en quinze jours avec contrat postal entre la Hollande et les Colonies Néerlandaises des Indes Orientales. Sur cet emplacement on trouve: un hangar maçonné d'une superficie de 1500 centiares, avec étage, à l'usage des navires en chargement; un bâtiment pour l'administration; et un shed en maçonnerie, construit par la Commune à l'usage des navires qui déchargent. Ce shed a une superficie de 2800 centiares; il a coûté 100000 fl.; l'usage en est concédé à la Société pour 30 ans à raison de 5783 fl. par an; après ce terme il deviendra la propriété de la Société. La Société paie en outre à la Commune pour usage de l'emplacement 2,50 fl. par centiare et par an.

2°. L'emplacement de 7644 centiares, des FRÈRES SCHEUER et du Blauwhoedenveem. Sur cet emplacement est construit un magasin avec cave, rez-de-chaussée et 3 à 5 étages donnant ensemble une superficie de 8800 centiares. La partie occidentale, d'une étendue de 625 centiares est employée par les frères SCHEUER pour leur service de bateaux à vapeur se rendant à Hull tous les trois jours. La partie orientale est exploitée par la Blauwhoedenveem et sert à l'emmagasinage de marchandises etc.

Pour l'usage de cet emplacement, il est payé à la Commune 2,50 fl. par centiare et par an.

Pour le transfert de marchandises du magasin dans les bateaux de rivière qui mouillent dans le port intérieur au côté sud du quai, on a construit à l'arrière du magasin deux galeries couvertes, sous lesquelles les communications sur le quai peuvent se faire sans encombre.

3° L'emplacement de 869 centiares de la Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'Etat. Cette Société y a construit un hangar, et paie à la Commune une rétribution de 2,50 fl. par centiare et par an.

4° L'emplacement de 6950 centiares de la Société Hollandaise de navi-

gation à vapeur. Cette Société, qui est en relation avec la „General Steam Navigation Company” exploite un service régulier de deux en deux jours entre Amsterdam et Londres. Elle a construit à cet effet deux hangars d'une superficie totale de 2500 centiares. Elle paie à la Commune pour l'emploi de cet emplacement une rétribution de 2,50 fl. par centiare et par an.

5° Un deuxième emplacement du Blauwhoedenveem, d'une étendue de 3475 centiares, sur lequel est construit un magasin composé de cave, rez-de-chaussée et quatre étages, et qui présente une superficie totale de 13200 centiares. Pour l'emplacement on paie à la Commune 2,50 fl. par centiare et par an. Ce magasin, comme celui qui est mentionné sous le 2°, possède deux galeries couvertes conduisant au port intérieur.

6° L'emplacement de 3475 centiares, du Vriesseveem, sur lequel est construit un magasin qui possède une cave, un rez-de-chaussée et trois étages, donnant ensemble une superficie de 11000 centiares. Il possède également deux galeries conduisant au port intérieur. Pour l'usage de cet emplacement on paie à la Commune 2,50 fl. par centiare et par an.

7° Trois sheds bâtis par la Commune en 1891 pour la somme de 150,000 fl. avec une superficie totale de 5100 centiares. Le terrain cloisonné servant de dépôt et appartenant à ces sheds, a une étendue de 7500 centiares. Sheds et terrain sont exploités par la commune, et loués à différentes lignes fixes. Dans une des remises, celle qui est situé le plus à l'Est, la Société Néerlandaise des chemins de fer de l'Afrique du Sud loue une étendue de 1000 centiares moyennant une rétribution de 3 fl. par centiare et par an, au service de la „British Colonial Steam Navigation Company”. La première société a conclu avec cette dernière un contrat de transport, en vertu duquel les bateaux de cette dernière société partent d'Amsterdam pour l'Afrique du Sud.

8° A l'Est de l'installation commerciale mentionnée dans le 7°, la Commune construira encore dans le courant de 1894, un shed d'une étendue de 3000 centiares, à l'usage de la Société „Ocean”. Cette Société est établie provisoirement dans une partie des sheds mentionnée dans le 7°. A cet effet, le mur de quai le long du Quai du Commerce devra être allongé de 95 m. Le devis de l'une et l'autre construction est de 158000 fl. Le shed et le terrain adjacent, d'une superficie totale de 4750 centiares, sont loués à la Société précitée à raison de 14500 fl. par an.

Le quai est illuminé au gaz. La plupart des Sociétés qui possèdent des établissements sur le quai, font éclairer ceux-ci à la lumière électrique.

Les élévateurs, ascenseurs etc. qui se trouvent dans les magasins, sont mus par la force hydraulique. La pression en est fournie par les appareils de la Commune, moyennant une rétribution pour l'eau sous pression de 0,50 fl. par m³.

Pour l'extension des quais à l'usage des vaisseaux de mer, on a fait

un projet qui est indiqué en pointillé sur le plan. Les quais qui y figurent, et qui des deux côtés sont destinés à l'amarrage des navires, auront une largeur de 107 m. Voici comment elle sera partagée des deux côtés de l'axe: une tranchée de 9 m. le long de chaque mur de quai pour deux voies ferrées, et un rail pour grues „overhead”; une tranchée de 26 m. pour hangars et magasins avec perrons larges de 2 m. du côté des vaisseaux, d'une largeur de 1 m. du côté du quai; enfin une tranchée de 18,5 m. (de chaque côté de l'axe, donc en tout 37 m.) pour voies ferrées et chemins ordinaires.

b. Bassin du Chemin de fer.

Le Bassin du Chemin de fer, construit par l'État dans les Rietlanden en 1874, a une longueur de 747 m. une largeur de 100 m. et une profondeur de 7,50 m. \div AP. Il est surtout employé par des navires qui ont à décharger du „Bulk” (minerais etc.) ou qui doivent prendre un chargement de charbon etc. Des deux côtés du bassin on a construit des murs de quai avec la plate-forme à 2,96 m. $+$ AP. Il y a des deux côtés du bassin un grand nombre de voies ferrées, reliées aux voies de triage qui se trouvent dans les Rietlanden.

La rive Nord du bassin est exploitée par la Société du Chemin de fer Hollandais; la rive Sud, par la Société d'exploitation des Chemins de fer de l'État. Les vaisseaux de rivière peuvent atteindre le bassin par l'Y endigué, ou par le Nouveau Canal, et le Canal Oriental; tandis que l'embouchure du canal du Rhin se trouve dans son voisinage immédiat. Les navires sont chargés et déchargés au moyen de grues à vapeur, exploitées par les sociétés de chemin de fer dont elles sont la propriété.

c. Quais au bassin nommé „Nieuwe Vaart” (nouveau canal).

Le bassin „Le nouveau canal”, long de \pm 900 M., large de 65 M. et profond de 6,50 m. \div A.P. est usité du côté Nord, et dans une partie du côté Sud comme mouillage de vaisseaux de mer qui ont un tirant d'eau plus faible.

Le côté occidental du quai Nord, long de 304 m., et large de 18,60 m., est loué au prix de 9600 fl. par an à la Société Royale Néerlandaise de navigation à vapeur. Cette Société possède 23 vaisseaux à vapeur qui visitent les ports de la Mer du Nord, de la Baltique, de la Méditerranée et du Levant. Elle a construit sur cet emplacement un shed fermé, un hangar ouvert et y a placé les grues à vapeur nécessaires.

Le partie du quai Nord longue de \pm 226 M., dans la direction Est, touchant à la partie mentionnée ci-dessus, a une superficie de 3810 centiares (la largeur en est de 18,60 m. sur une longueur de de 190 m.; et de 7 m. 60 sur une longueur de 36,37 m.) Cet emplacement est loué au prix de 6480 fl. par an à la Société du Chemin de fer Hollandais. Cette Société possède en propre le restant de la partie Est du quai, qui s'étend jusqu'au

„Dageraadsbrug” sur une longueur de \pm 270 m., et qui aboutit à sa gare de marchandises dans les Rietlanden. Dans cette gare il y a deux ports intérieurs, ce qui donne toute facilité pour décharger les wagons sur les navires, et les navires sur les wagons. La Société a construit sur ce quai des hangars, ainsi qu'un outillage hydraulique, employé surtout pour charger et décharger les vaisseaux de navigation intérieure. Cet outillage comprend une grue fixe d'une puissance de 20000 kg.; huit grues fixes d'une puissance respective de 2000 kg.; deux grues fixes d'une puissance de 350 et de 750 kg.; une grue mobile d'une puissance de 500 kg.; un élévateur et deux cabestans.

La partie Est de la rive Sud de ce Bassin, est exploitée comme gare de marchandises par la Société pour l'Exploitation des chemins de fer de l'État, qui pour compléter le terrain lui appartenant a en location environ 12 ares du terrain communal moyennant 450 fl. par an. La Société y a construit un plancher, et le chargement et le déchargement y ont lieu à l'aide de grues à vapeur placées et exploitées par elle.

Comme gare de marchandises et comme bassin pour les vaisseaux de mer à moindre tirant d'eau de l'importante Société Royale Néerlandaise de navigation à vapeur, ce bassin rend les services les plus précieux. Il n'est pas approprié aux grands bâtiments de mer, l'accès d'ailleurs en serait entravé par le pont du chemin de fer au-dessus des Oosterdoksluizen et du pont du Kattenburg.

Les quais sont reliés d'une manière parfaite avec le réseau des chemins de fer. Les lignes du côté Nord sont exploitées par la Société du Chemin de fer Hollandais, moyennant une rétribution à la Commune de 1,40 fl. par mètre de voie placée sur terrain ne lui appartenant pas, ou ne lui étant pas loué. Les lignes du côté Sud sont exploitées par la Société pour l'Exploitation des chemins de fer de l'Etat.

„L'auteur de ce rapport est d'avis, qu'un quai destiné au mouillage et au déchargement des grands bâtiments de mer de notre époque doit:

„— avoir une largeur d'environ 60 m. quand les navires ne doivent mouiller que d'un côté, et d'au moins 100 m. quand ils peuvent mouiller des deux côtés;

„— être relié au réseau des chemins de fer;

„— être accessible aux bateaux de navigation intérieure.

„Pour un quai qui est destiné à mettre les bateaux de rivière en contact avec le chemin de fer, une largeur de 20 m. est suffisante”.

C. Appontements.

a. Les grands appontements Suez (Groote Handelssteigers).

Au Westerdoksdijk (nommé aussi Quai occidental du Commerce, Westelijke Handelskade) la Commune a construit deux appontements en bois de sapin, accessibles aux vaisseaux de mer du plus fort tirant qui peuvent

naviguer sur le canal de la Mer du Nord. Les dépenses ont été de \pm 487000 fl., soit environ 35 fl. par centiare. Les appontements sont loués moyennant une somme annuelle de 4200 fl. à la Société pour l'Exploitation des chemins de fer de l'État, qui exploite en même temps le chemin de fer du Westerdoksdijk.

La longueur de chaque appontement est de 120 m. sur une largeur de 60 m.; la plate-forme se trouve à une hauteur de 2,50 m. \div A.P. La distance de l'un à l'autre est de 75 m.

Les appontements et les môles présentent cet avantage sur les quais qu'ils offrent un plus grand mouillage pour les navires. La distance qui sépare les axes de ces deux appontements est de 135 m. Deux bâtiments de mer peuvent y mouiller, leurs axes perpendiculaires au quai; tandis que le long d'un quai de la même longueur on ne peut amarrer qu'un seul vaisseau.

Il est nécessaire que des appontements de ce genre soient accessibles au chemin de fer. Le transport des wagons sur ces appontements à l'aide de plaques tournantes, comme c'est ici le cas, présente ce double inconvénient: d'abord que la manipulation exige plus de temps; ensuite que les plaques tournantes sont un obstacle pour les communications ordinaires sur le quai. Si la situation et l'espace le permettent, il est préférable de donner aux voies ferrées une courbe, et de les laisser aboutir directement aux appontements ou au môles.

Les bateaux de rivière peuvent atteindre les appontements par l'Y endigué.

Un des appontements est employé comme mouillage par les bateaux à vapeur de la Société Néerlandaise-Américaine de Navigation à vapeur, qui fait partir ses bateaux alternativement d'Amsterdam et de Rotterdam. Cette société y a installé des hangars et des grues à vapeur. L'autre appontement est employé par la ligne Allemande de l'Afrique Orientale, dont les navires en partance d'Hambourg font escale à Amsterdam.

b. Appontement pour le bétail.

L'appontement pour le bétail construit au Westerdoksdijk par la Commune pour la somme de \pm 19000 fl., a une longueur de 104 sur une largeur de 10 m. La plate-forme est construite en plan incliné: à l'effet de rendre possibles le chargement et le déchargement à diverses hauteurs. Les écuries nécessaires ont été construites dans le voisinage.

c. Appontements au quai De Ruyter.

Au côté nord des trois îles nommées „Stationseilanden", on rencontre 17 appontements en bois, construits en partie par l'État, et en partie par la Commune. Tous, à deux exceptions près, sont destinés aux vapeurs et autres vaisseaux de navigation intérieure. Là ont leur mouillage fixe les bateaux à vapeur de navigation intérieure qui font un service régulier entre Groningue, Zaandam, Hoorn, Alkmaar, Ymuiden, Purme-

rend, Nieuwediep, Monnikendam, Zwolle, Harlingen, Meppel et Arnhem.

Les appontements pour les vapeurs et autres bateaux de navigation intérieure ont une longueur respective de 25 à 40 m. sur une largeur de 5 m., et servent de mouillage des deux côtés. Les frais de construction se sont élevés à environ 30 fl. par m². On n'y rencontre pas d'outils de chargement ou de déchargement; les bateaux se servent des engins qu'ils possèdent à bord. Ces appontements ne sont pas reliés au réseau du chemin de fer.

On dit beaucoup de bien de la situation et de l'accès de ces appontements.

Au côté Est il y a un appontement dont l'usage est concédé au „Koninklijken West-Indischen Maildienst” (service royal de paquebots des Indes Occidentales) moyennant une rétribution annuelle de 2950 fl. Cette Société entretient un service régulier de trois en trois semaines avec les Colonies Néerlandaises des Indes Occidentales et avec New-York. Cet appontement a une longueur de 70 m. et une largeur de 25 m. Il est pourvu d'un hangar. Le chargement et le déchargement s'opèrent à l'aide des engins que les bateaux ont à bord. L'appontement n'est pas relié au réseau du chemin de fer, ce qui constitue un inconvénient.

A côté, et à l'Est de celui-ci se trouve un autre appontement, à l'usage d'un service hebdomadaire de paquebots entre Leith et les autres ports Écossais.

d. Appontements et murs de quai disséminés dans la ville pour la navigation intérieure.

On a construit encore quelques appontements dans le front du port ouvert, le Damrak etc. à l'usage des bateaux de navigation intérieure. Mais ces appontements étant à peu près semblables à ceux du quai de Ruyter, n'exigent pas de description spéciale.

Ces appontements, de même que les nombreux murs de quai le long des canaux de la ville, sont destinés aux bateaux de rivière, qui n'exigent que peu ou point de contact avec les vaisseaux de mer ou le chemin de fer, et qui doivent apporter les provisions journalières aux 445000 habitants de la ville. Ces vaisseaux n'exigent rien de particulier en fait de mouillage et de débarcadère; l'essentiel est que ceux-ci soient situés dans le centre du mouvement commercial.

„Quant aux appontements pour les bâtiments de mer, il est nécessaire qu'ils soient reliés d'une manière convenable aux chemins de fer, et accessibles aux bateaux de navigation intérieure.”

D. Bassin au bois (Houthaven).

Le Bassin au Bois construit par la Commune en 1879/83 moyennant une dépense de 1600000 fl. possède en bassins une superficie de \pm 73 hectares, tandis que ses terrains ont une superficie de \pm 53 hectares.

Afin d'y éviter le mouvement des flots et d'y avoir par conséquent une eau tranquille, on a séparé ce quai de l'Y endigué par une digue en terre.

En commençant par le Sud, le Bassin comprend :

- 1°. Un port pour bois flotté, étendu de \pm 14 hectares, profond de 2,5 m. \div AP. touchant au bassin décrit ci-dessus A sub d, et partagé en différents compartiments par des ouvrages d'enrayement en bois;
- 2°. Au Sud-Ouest, adjacents au premier et communiquant avec lui, 10 petits ports longs respectivement de 135 m., larges de 20 m. et profonds de 2,5 m. \div AP. Les terrains ou langues de terre sont pourvus de hangars loués à des négociants en bois scié;
- 3°. Au Nord du port pour bois flotté désigné au 1°, on trouve un port pour bois flotté de \pm 5 hectares et un autre de \pm 9 hectares, d'une profondeur de 2,50 m. \div AP.;
- 4°. Un bassin pour vaisseaux de mer, d'une étendue de 13 hectares, d'une profondeur de 6,50 m. \div AP., et un bassin pour vaisseaux de mer nommé Minervahaven (port de Minerve) grand de 21 hectares, et profond de 7,50 m. \div AP. et enfin :
- 5°. Un canal de communication entre ces derniers bassins et le port pour bois flotté. Il a une profondeur de 2,5 \div A.P.

Du côté Ouest du Minervahaven, la Commune a fait exécuter des travaux en 1891 pour la somme de 100000 fl.; ils sont en contact avec le chemin de fer et destinés au commerce de transit desservi par les bateaux du Rhin. Ces travaux comprennent 3 bassins longs respectivement de 75 m., larges de 30 m. et profonds de 3,5 m. \div AP. (profondeur suffisante pour les bateaux du Rhin); deux hangars à côté du Minervahaven, d'une superficie totale de 3200 m²., pour l'emmagasiner et au besoin pour le triage des bois de transit; enfin 4 hangars situés derrière les précédents, d'une superficie totale de 1560 m²., destinés à l'emmagasiner du bois. Au besoin, ces travaux qui ont seulement été exécutés par manière d'essai, pourront être considérablement étendus du côté Nord.

Le Bassin au Bois est, pour autant qu'il le faut, relié au réseau du chemin de fer. La voie de raccordement, qui a été prolongée jusqu'au Bassin au pétrole, a été aménagée par la Commune pour une somme de 90000 fl. La Société du Chemin de fer Hollandais en a fait la superstructure, et accepté la régie, l'entretien et l'exploitation moyennant une rétribution de 1 fl. par wagon chargé de 10 tonnes qui est transporté par la voie.

Les bâtiments de mer ont accès aux bassins cités au 4°. par une ouverture de 30 m. pratiquée dans la digue qui sépare le port de l'Y endigué. Le port est accessible aux bateaux de navigation intérieure par le canal de l'Ouest ou par l'Y endigué.

La Commune n'y a pas fait élever de constructions spéciales pour le chargement ou le déchargement du bois, parceque on n'en a pas encore

éprouvé le besoin. Les vaisseaux de mer qui doivent transborder leur chargement de bois dans les bateaux de navigation intérieure, ou bien avec leurs poutres composer des flottes pour les transporter plus loin, s'amarrent de préférence aux ducdalves dans les deux grands bassins. Dans le cas où le bois scié doit être déchargé sur le rivage, les vaisseaux mouillent le long du bord. Le bois est ensuite, au moyen de rouleaux, glissé sur le rivage.

Le bois est importé surtout de la Russie, de la Suède, de la Norvège, des ports Allemands de la Baltique et de l'Amérique. L'import à Amsterdam en était en 1890 de 176000 m³.; en 1891 de 177622 m³.; en 1892 de 226887 m³. Le nombre de vaisseaux chargés de bois entrés à Amsterdam en 1890, 1891 en 1892 était respectivement de 282, 243 et 276.

Les terrains qui appartiennent au Bassin au Bois sont loués pour environ 0,30 fl. par centiare et par an. Une superficie totale d'environ 10 hectares en est louée à différents marchands de bois. Si ceux-ci le désirent ils peuvent obtenir aussi en location une certaine superficie d'eau dans le Bassin même. Il en est loué une superficie d'au moins 18 hectares, au prix de 0,025 fl. à 0,04 fl. par centiare et par an.

Des constructions au service du commerce de transit au côté Ouest du Minervahaven, les deux hangars situés sur le bord de ce Bassin sont loués au prix de 2200 fl. par an; et deux des quatre qui se trouvent derrière les précédents sont loués ensemble avec un terrain ouvert au prix annuel de 1400 fl.

Pour l'emmagasinage de bois dans les eaux non louées du Bassin au Bois, on paie 0,01 fl. par mois et par centiare.

E. Le Bassin au Pétrole (Pétroleumhaven).

En 1887/90 la Commune a construit un Bassin au Pétrole sur la rive Sud du canal de la Mer du Nord, près de la limite Ouest de la Commune, et à une distance de \pm 1600 m. de l'entrée du Bassin au Bois.

Ce Bassin a la forme d'un fer à cheval. Il présente aux bateaux une double entrée. Chaque entrée large de \pm 31 m. est fermée par des poutres en fer mobiles. Cette double entrée a été jugée utile afin de permettre aux vaisseaux, en cas d'incendie, de quitter le Bassin par l'entrée qui leur offrirait le plus de sécurité.

Le Bassin a une longueur de 911 m., une largeur de 171 m.; ce qui donne une superficie d'environ 15½ hectares. Sa profondeur est de 8,20 ÷ AP. Les terrains sont situés à 1 m. + AP. et ont une superficie d'environ 12 hectares.

Le long du rivage il y a des pieux à une distance de 120 m. l'un de l'autre, qui servent à amarrer les navires; tandis-que devant chaque mouillage il y a en outre deux ducdalves qui tiennent le vaisseau à une distance de 10 m. du rivage. Les vaisseaux de rivière peuvent ainsi au besoin venir se placer entre le navire et la rive.

Il n'y a pas d'outillage particulier pour le chargement ou le déchargement des navires. Les fûts sont roulés sur des ponts en plan incliné. Les bateaux citernes sont chargés et déchargés à l'aide de leurs propres engins. Si on le desire la vapeur peut être fournie par des générateurs placés sur la rive.

On a dépensé pour le port environ 350 000 fl., sans compter les dépenses pour le raccordement au chemin de fer, et la valeur du terrain.

La partie Nord de l'emplacement de ce Bassin, d'une superficie d'environ 3 hectares est exploitée par la „Amsterdamsche Petroleumhaven Maatschappij”, qui y a construit: 5 tanks en fer d'une contenance totale de 105000 fûts; un hangar pour l'entonnage du pétrole; des hangars à sol excavé pour l'emmagasiner des fûts remplis, d'une superficie de \pm 1000 centiares; et les magasins, ateliers et bureaux nécessaires, outre des appontements pour les bateaux de la navigation intérieure.

Le bâtiment des chaudières qui fournissent la vapeur aux pompes Worthington se trouve à quelque distance de l'emplacement, et ne peut par conséquent présenter aucun danger.

La Commune a conclu un contrat avec la Société qui exploite cet emplacement; voici quelles en sont les principales stipulations. La société peut seulement emmagasiner et manipuler pour des tiers du pétrole et autres matières inflammables; elle ne peut pas faire le commerce de ces articles. Les tarifs maximum pour les services rendus par l'exploitant sont fixés par la Commune. L'outillage nécessaire est à la charge et aux frais de l'exploitant. La Commune reçoit annuellement \pm 6000 fl. pour le loyer de l'emplacement, et la moitié du boni après paiement d'un dividende de 6% aux actionnaires.

Le côté Sud de l'emplacement du port, d'une superficie de \pm 1,80 hect. est donné en exploitation à la „American Petroleum Company” à raison de 7340 fl. par an. Cette Société y a construit: 3 tanks d'une contenance totale de 72000 fûts; les remises et magasins nécessaires, des appontements pour les bateaux de navigation intérieure etc. et puis un bâtiment pour les chaudières à une distance convenable de l'exploitation.

L'importation du pétrole etc. dans le port d'Amsterdam était en 1891 de 309626 et en 1892 de 507800 fûts.

F. Dock de l'Entrepôt.

Le Dock de l'Entrepôt construit en 1827, long de 850 m. sur une largeur moyenne de 66 m. possède de chaque côté des terrains ouverts, des magasins etc. Il ne satisfait plus aux exigences actuelles. Il est seulement accessible aux vaisseaux de mer par l'Entrepôtdoksluis, large de 13,70 m. avec un busc haut de 5,80 m. \div AP.

Cet accès laisse à désirer, non seulement à cause de la profondeur insuffisante de la dite écluse, mais aussi à cause des obstacles que les

navires rencontrent au passage des Oosterdoksluizen, du pont de Kattenburg et du Nouveau Canal.

C'est donc aussi par exception que des bâtiments de mer aillent mouiller dans ce dock. Les navires restent soit dans l'Y endigué, soit dans le Oosterdok, afin de décharger leurs marchandises destinées pour le Dock de l'Entrepôt, sur des allèges ou des barques. Ces allèges transportent les marchandises dans le dock où elles sont ensuite emmagasinées.

Les travaux dans le Dock se font sans obstacles, sans inspection de la douane et sans barrières. Les marchandises sont considérées comme se trouvant encore en pays étranger. Les douaniers observent seulement les passages qui sont accessibles au public.

Les magasins et hangars sont au nombre de ± 120 donnant une superficie totale de 140000 centiares. En moyenne les $\frac{2}{5}$ de cette superficie, soit 56000 centiares, sont occupés par des marchandises libres: surtout le café, le riz, le coton, les grains, les peaux, l'étain, l'écorce de quinquina etc. Les $\frac{3}{5}$, soit 84000 centiares, sont occupés par les marchandises impossibles, telles que: sucre, tabac, vin, spiritueux, thé, raisins de corinthe, sel, épicerie etc. En général les caves sont employées à l'emmagasinage des vins et spiritueux.

Pour la location d'étages entiers, on paie en moyenne par mois et par centiare: pour la cave, le rez-de-chaussée, le 1^{er} étage 0,17 fl.; pour le 2^e étage 0,15 fl.; pour le 3^e 0,12 fl.; pour le 4^e 0,10 fl. et pour le 5^e 0,06 fl.

Outre deux grues à vapeur d'une puissance de levage de 1500 Kg. il n'y a pas d'outils pour charger et décharger les navires.

Bien que ce dock soit relié au chemin de fer et accessible aux vaisseaux de navigation intérieure, il devra être abandonné, ou bien recevoir une autre destination.

Les plans d'un dock satisfaisant à toutes les exigences et apte à recevoir les bâtiments de mer, sont prêts. Ce dock peut être construit dans les „Stads Rietlanden” au Sud du bassin du chemin de fer décrit ci-dessus.

6. Docks flottants.

La „Amsterdamsche Droogdokmaatschappij” possède et exploite les docks suivants.

1° Le „Koninginnedok” (Dock de la Reine) qui se trouve au côté Nord de l'Y, vis-à-vis du Quai oriental du Commerce, ayant une longueur de 122 m., une largeur de 28 m. et une profondeur de 5,25 m.

Sa puissance de levage est de 4000000 kg. Pour y mettre les bateaux à sec, on peut mettre en action 4 machines à vapeur avec pompes centrifuges, qui vident le dock en $1\frac{3}{4}$ heure.

Dans le voisinage se trouvent de vastes ateliers; tels que:

Une forge avec grand et petit marteau à vapeur.

Un atelier de tournage avec les outils nécessaires à la confection de pièces devant servir à des machines de bateaux jusqu'à une force de 3000 chevaux vapeur.

Une chaudronnerie, avec un outillage hydraulique servant à courber les forts tuyaux en cuivre.

Une fonderie de fer et de métaux, avec grue mobile de 5000 Kg.

Dans le bâtiment des machines il y a trois générateurs horizontaux avec une surface chauffante totale de 84 m².; deux machines à vapeur horizontales d'une force de 40 chevaux, dont l'une met en mouvement le dynamo de l'éclairage électrique (120 lampes fixes et 14 foyers mobiles).

Les autres bâtiments consistent en magasins, ateliers de modelage et de construction; quartier de la direction et 12 habitations pour employés et ouvriers.

A côté de ce dock se trouve un dock à vérin d'une puissance d'élévation de 4000 kg. et une profondeur de 2,75 m. pour la réparation de vis ou d'axes de bateaux à vapeur de navigation intérieure.

2° Le „Koningsdok" (Dock du Roi), situé au côté Nord-Ouest de la ville, a une longueur de 122 m., une largeur de 22 m. et une profondeur de 5,10 m. La puissance d'élévation est de 3 000 000 kg. Le dock comprend 4 parties, qui peuvent être employées soit ensemble, soit séparément. Près de ce bassin on trouve aussi de vastes ateliers pour toutes les réparations qui peuvent se présenter. On y dispose d'une grue mobile d'une puissance de 4000 kg.

Durant les 15 années d'existence de la société on a radoubé 2730 vaisseaux d'une jauge totale de 3122235 tonnes. Le nombre des jours de radoub durant cette période a été de 7575.

Droits de Port.

Les bateaux de mer, et de navigation intérieure qui naviguent ou passent dans les eaux de la Commune sont soumis à des droits de port conformément au tarif suivant.

a. Bâtiments de mer.

1°. Bâtiments de mer, à l'exception de ceux qui sont désignés aux 2°, 3° et 4°, par m³.:

voiliers	f. 0,06
steamers	„ 0,0425

2°. Bâtiments de mer chargés de bois, ainsi que barques de harengs, par m³.:

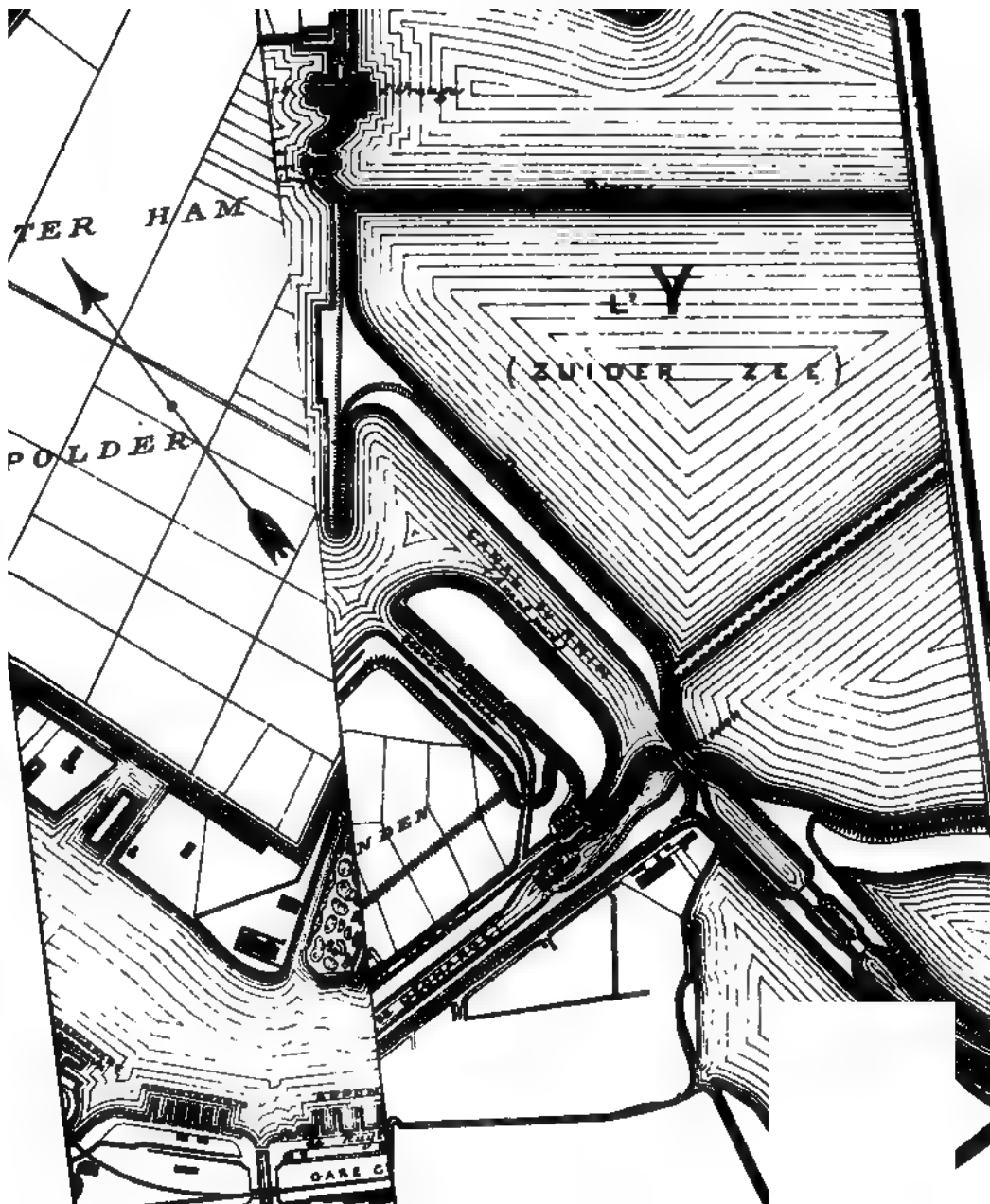
voiliers	f. 0,04
steamers	„ 0,03

3°. Bâtiments de mer chargés de houille, coke ou fonte, par m³.:

voiliers	f. 0,035
steamers	„ 0,025

LOT 1

PO



7
J. W. van Marle
Civil Ingenieur.

VI^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE
LA HAYE, 1894.

3^e QUESTION.

**Moyens de prévention des Chômages
par la gelée**

PAR

M. GEORGES NARTEN

Königl. Preussischen Wasser-Bauinspector à Harbourg sur l'Elbe.

LA HAYE,
Typ. de **BELINFANTE FRÈRES, A. D. SCHINKEL Succ..**
PAVELJOENSGRACHT, 19.

1894.



Dagrand fund

Sixième Congrès international de Navigation intérieure

LA HAYE. 1894.

MOYENS DE PRÉVENTION DES CHÔMAGES PAR LA GELÉE,

PAR

GEORGES NARTEN,

Königl. Preussischer Wasser-Bauinspector à Harbourg sur l'Elbe.

Jusque dans ces dernières années, le chômage de la navigation occasionné par la gelée, fut considéré comme un mal sans remède.

Depuis lors, de tous côtés on a tenté des efforts, même au prix des plus grands sacrifices sur les canaux maritimes, sur les embouchures de fleuves et sur des ports, pour prévenir ce chômage, ou du moins pour en abrégé la durée.

Il est donc très important de connaître les résultats de ces efforts, ainsi que les moyens qui ont été mis en action pour atteindre ce but.

Nous les développerons dans ce rapport dans l'ordre suivant :

Différents systèmes et moyens pour briser et éloigner la glace; bateaux brise-glace; explosifs etc.; résultats; prix de l'outillage nécessaire; frais d'exploitation.

I. OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

Il est avant tout nécessaire de savoir pourquoi l'enlèvement de la couche de glace d'un fleuve est nécessaire; si c'est uniquement dans l'intérêt de la navigation, ou bien dans l'intérêt de la navigation en même temps que dans celui de l'économie rurale; dans l'intérêt des digues et des terrains bas qu'elles protègent.

D'après les expériences qui ont été faites jusqu'ici il est prouvé, qu'il est nécessaire au maintien de la navigation maritime de faire disparaître de la surface du fleuve la couche de glace, aussitôt qu'elle s'est formée, en tant que les bateaux ne peuvent plus le faire eux-mêmes en passant, ou que leur passage en est rendu plus difficile.

La couche de glace doit nécessairement demeurer sur le fleuve en

amont des limites de la navigation maritime, afin d'empêcher les glaçons de la partie supérieure du fleuve de descendre; c'est là une mesure qui contribue beaucoup à tenir un chenal libre pour la navigation.

On ne doit en général commencer le cassage de la glace dans la partie en amont des limites de la navigation maritime, que lorsqu'on peut s'attendre à un dégel.

Toutefois, quand le dégel a déjà commencé dans le bassin supérieur du fleuve, tandis que la gelée continue dans le bassin inférieur, si l'on veut ménager la sûreté des digues, et éviter des inondations désastreuses, on ne doit pas attendre que le dégel se soit déclaré aussi dans le bassin inférieur, mais on doit se mettre énergiquement à l'œuvre pour rendre le fleuve libre en amont des limites de la navigation maritime. Ces travaux il est vrai ne seront utiles que pour autant que les glaçons que l'on aura détachés pourront descendre vers le bassin inférieur.

Le Gouvernement de la ville de Hambourg, dès 1874 (tout d'abord avec un seul bateau à vapeur brise-glace) n'ayant en vue que l'intérêt de la navigation maritime s'est efforcé d'empêcher autant que possible la formation d'une couche de glace épaisse sur l'Elbe Inférieure en aval de la ville, et de faire descendre les glaçons *malgré le ralentissement occasionné par le flux.*

Les bateaux brise-glace n'ont commencé que plus tard à fonctionner sur l'Elbe Supérieure; ce n'a été qu'après les désastres de l'hiver de 1887/1888. Pendant cet hiver les embâcles et la forte crue de l'Elbe Supérieure ont causé les plus grands ravages aux digues et aux contrées basses qui auraient dû être protégées par ces digues.

2. DIFFÉRENTS SYSTÈMES ET MOYENS POUR BRISER ET ÉLOIGNER LA GLACE.

D'après les expériences faites sur l'Elbe il n'y a pas d'autres moyens à recommander pour tenir le chenal libre en temps de gelée, que les bateaux à vapeur brise-glace.

Il est vrai d'autres expériences ont été faites sur l'Elbe par les soins de l'armée, qui s'est servie d'explosifs (de poudre et de dynamite), mais ces expériences n'ont eu aucun résultat marquant; dans les amoncellements formés par des glaçons elles sont demeurées à peu près sans résultat.

Lorsque la glace est très compacte et très épaisse, et que l'eau a une *profondeur considérable*, de fortes mines qui doivent être placées aussi bas que possible peuvent bien ébranler une grande superficie de glace, et par là faciliter quelque peu le travail du brise-glace.

Il est vrai que lorsque la glace présente une surface unie, on peut par des explosions nombreuses organisées systématiquement, obtenir la dislocation de grandes étendues de glace; mais ce travail est *très lent* et les frais en sont fort élevés.

Pour les parties de fleuves soumises à marée, cette dernière méthode aussi, employée sans le secours des brise-glace, présente peu d'avantages.

Les glaçons détachés par les explosions descendront quelque peu pendant le reflux, mais pour remonter avec le flux; ils se rencontreront dans l'eau haussée avec les glaçons venus d'en haut ou avec la masse de glace qui couvre le fleuve en amont; ils glisseront l'un sur l'autre et se congèleront en amas.

Il faut alors répéter les explosions; et plus il s'est formé d'embâcles, plus ces explosions restent sans effet.

L'expérience a démontré que sans le concours des brise-glace, il est inutile ou presque inutile de recourir aux explosifs, et que même ces explosions ne rendent pas grand service aux bateaux brise-glace eux-mêmes.

Les explosions ne sont de quelque utilité que pour détacher la glace dans certains endroits isolés qui sont hors de la portée des brise-glace.

Outre les explosions on a encore essayé le sciage de la couche de glace. Cette opération avait pour but de faciliter le brisement spontané de la glace, ainsi que le travail des brise-glace.

Pendant l'hiver de 1890/1891, on a scié la couche de glace qui couvrait l'Elbe Supérieure, depuis Elbstorf jusqu'à Geesthacht (station 590 à 584), c'est-à-dire sur une longueur de 6 Km. La glace avait une épaisseur moyenne de 0,75 m. On a scié une bande de glace large de 1,20 m. Après l'enlèvement de celle-ci, il demeurait dans le fil du courant un chenal qui s'approchait jusqu'à environ 40 m. des têtes de crèche. Ce travail a exigé beaucoup de temps et s'est trouvé très coûteux. Il a, il est vrai, comme on a pu le constater, permis aux vapeurs d'avancer plus facilement, mais on ne saurait conseiller de recommencer cette expérience; d'abord à cause de sa longue durée: il faut du temps avant qu'on ait scié la bande, qu'on l'ait divisée en tronçons au moyen de hâches, et enlevée du chenal; ensuite à cause de l'élévation de la dépense; et enfin parceque le mince avantage obtenu, se perd de nouveau aussitôt que la gelée se déclare et que le chenal se referme.

Dans quelques cas on devra s'arranger de telle sorte que le sciage commence à temps voulu.

Il n'est pas possible d'établir des solutions de continuité dans la glace devant les brise-glace, le travail de ces derniers est trop rapide et ils ont vite atteint le point où en est arrivée la main-d'œuvre.

A la suite de ces expériences on a essayé de diminuer la résistance de la glace en y faisant des entailles. Mais cette méthode aussi est restée sans succès.

3. RÉSULTATS.

Depuis l'hiver de 1892/1893 l'Administration Hambourgeoise aussi bien que l'administration prussienne des travaux à effectuer sur l'Elbe, sont si bien pourvues de bateaux brise-glace, que, — à moins d'une bassesse de

niveau tout à fait anormale — toutes deux sont à même d'assurer à peu près, l'enlèvement de la couche de glace, tant de l'Elbe Supérieure que de l'Elbe Inférieure.

Pour le déglacage de l'Elbe Septentrionale, du port de Hambourg et de l'Elbe Inférieure l'Administration hambourgeoise, comme il déjà été dit, a mis en service depuis 1892 sept bateaux brise-glace.

Les trois plus petits „Simson”, „Hofe” et „Möve” sont employés pour le déglacage de l'Elbe Septentrionale et du port de Hambourg (cf le tableau annexé.)

L'enlèvement de la glace sur l'Elbe Inférieure en aval de Hambourg jusqu'à Glückstadt est fait par quatre brise-glace plus grands „Eisbrecher I” „Eisbrecher II”, „Eisbrecher III” et „Elbe”. On ne doit briser la glace que jusqu'à Glückstadt, parce qu'en aval de cette station le flux et le reflux sont si forts et le courant du fleuve si violent, que la glace ne peut pas s'y former.

Le dessin ci-annexé du vapeur „Hofe” donne une idée des plus petits brise-glace de Hambourg, le dessin du vapeur „Elbe” montre à quel genre appartiennent les plus grands.

L'Administration hambourgeoise a prouvé durant le long hiver de 1892/1893, et malgré que le niveau d'eau fût très bas, qu'elle est à même au moyen de ses brise-glace, d'assurer la navigation dans son port et sur l'Elbe Inférieure.

Sur l'Elbe Supérieure où en 1887/1888 les embâcles avaient causé de nombreux malheurs, le cassage de la glace était devenu une nécessité. N'ayant pas encore de brise-glace on dut se contenter de louer des remorqueurs à cet effet.

Cet expédient fut peu utile, et occasionna de très grands frais; les coques de ces bateaux n'étant pas assez solides, exigèrent trop de réparations; en outre les hélices et les arbres de transmission furent sans cesse avariés ou brisés, ces parties des bateaux n'étant pas construites en vue des services que maintenant on demandait d'eux.

L'Administration prussienne des travaux sur l'Elbe reconnut bientôt la nécessité de laisser construire ses propres bateaux en vue du brisement de la glace; et déjà pendant l'hiver de 1889/1890 trois vapeurs de l'espèce, savoir: „Wal”, „Robbe” et „Delphin” entrèrent en activité.

L'année suivante, le brise-glace „Lüneburg” vint s'y adjoindre.

On trouva toutefois pendant l'hiver de 1890/1891 que pour des hivers rigoureux, ces 4 bateaux n'étaient pas suffisants pour tenir le courant de l'Elbe libre entre Harbourg et Altona, et en amont de Harbourg.

Le brise-glace entrant de la mer dans le fleuve, on était forcé, *surtout* pour maintenir libre le courant dans la partie débarrassée, et assurer le retour du brise-glace, de louer encore quelques remorqueurs. Seulement ceux-ci, à cause des avaries continuelles du genre de celles que nous avons mentionnées, ne suffirent pas; de sorte que l'Administration prus-

sienne des travaux sur l'Elbe prit la résolution d'augmenter le nombre des brise-glace. Pendant l'hiver de 1892/1893 l'Administration prussienne mit en activité sur l'Elbe Supérieure 7 brise-glace et deux chaloupes à vapeur solidement construites dans le même but. Ces brise-glace, outre les 4 mentionnés plus haut étaient: „Eisbär”, „Walross” et „Widder”; les deux chaloupes à vapeur étaient: „Molch” et „Salamander”.

Les planches annexées donnent un dessin de leur construction.

A présent dans le bassin de l'Elbe Supérieure, on est à même d'éviter les désastres que peuvent occasionner les embâcles; comme il est arrivé pendant le rude hiver de 1892/1893, même malgré le niveau extrêmement bas de l'eau.

Les brise-glace ne peuvent opérer avec avantage, qu'en travaillant contre le courant; et il importe beaucoup que dans la partie du fleuve sujette à marée, on commence à briser la glace sitôt que le flux a commencé, afin qu'au moment du jusant les glaçons puissent être charriés assez loin pour ne plus être relancés dans le fleuve par le flot suivant.

Lors du brisement de la glace, et c'est ici une affaire capitale on doit donc toujours veiller à ce que la partie du fleuve entre le brise-glace et la mer demeure libre.

Les brise-glace de Hambourg sont par conséquent répartis, de telle sorte sur l'Elbe Inférieure, que le brise-glace N°. III doit avoir soin de tenir le fleuve libre en aval de Pagensand jusqu'à la mer; les brise-glace I et II depuis Finkenwärder jusqu'à Pagensand, et le brise-glace „Elbe”, depuis Hambourg jusqu'à Finkenwärder.

Les brise-glace sont en activité tant que dure la gelée, et secondés par les bâtiments de mer qui entrent ou qui sortent, ils sont en état de maintenir le passage toujours libre.

Le déglacage sur l'Elbe Supérieure se fait autrement.

On ne commence à briser la glace sur l'Elbe Supérieure en amont de Harbourg (en tout cas d'abord dans la partie encore sujette à marée) que lorsqu'il y a espoir d'atteindre un bon résultat, ou lorsque la nécessité l'exige.

D'après la nature de la glace, on met en activité cinq brise-glace.

Ces bateaux placés de front pour autant que le permet la largeur du chenal, attaquent tous à la fois la couche de glace; celle-ci se déchire et se brise sur une largeur de plus de 200 m. et les glaçons détachés prennent le chemin de la mer.

Si le chenal n'est pas assez large, seulement 2 ou 3 bateaux attaquent la couche de glace; les brise-glace restants tâchent alors de briser la glace qui adhère encore aux côtes, par le remous des flots qu'ils soulèvent en passant et repassant à toute vapeur. Deux autres bateaux à vapeur ont à veiller à ce que la partie débarrassée demeure libre.

Ces deux bateaux placés en aval ont donc pour mission de faire prendre le plus tôt possible aux glaçons le fil de l'eau; ils doivent briser

et faire flotter les glaçons qui se trouveraient dans les anses entre les crèches on sur les sables; afin qu'il ne se forme pas d'amoncellement en aval des brise-glace en action; ceci en effet pourrait compromettre l'activité de ces derniers; et du reste, ces deux bateaux eux-mêmes, enveloppés par la glace en haut et en bas, pourraient courir le danger d'être écrasés par les masses de glace qui viennent d'en haut.

Ces deux bateaux doivent donc constamment être en relation avec les brise-glace proprement dits et la partie inférieure libérée du fleuve, et partant, être en marche du matin ou soir.

Jusqu'à la limite jusqu'où la marée se fait sentir, on doit tâcher de ne pas briser plus de glace que le reflux ne peut en charrier (c. à. d. 2 à 3 Km.). Sans quoi les glaçons revenant avec le flux rendraient inutile tout le travail accompli.

En outre il est d'une importance capitale de désagréger et de faire écouler la couche de glace s'il y a moyen *sur toute la largeur* du fleuve, afin d'obtenir un profil d'écoulement aussi large que possible.

Afin de faciliter la chose il faut que quelques bateaux, dès qu'un chenal a été ouvert y passent et repassent à pleine vapeur; par le mouvement de l'eau ils parviendront ainsi à désagréger la glace des berges et des bermes. Ce système a produit les meilleurs résultats.

Les brise-glace prussiens ont pénétré pendant l'hiver de 1892—1893 jusqu'à la station 436 (cfr. le plan annexé) c'est-à-dire jusqu'à environ 5 Km. en aval de l'embouchure de l'Havel. En amont de la station 436 la glace était déjà venue en mouvement.

On a donc désagrégré en amont d'Altona une couche de glace d'une longueur totale de 189 Km.

Le service du déglacage a duré cet hiver depuis fin Décembre jusqu'à la mi-Février.

Par ces travaux on a d'abord évité les endommagements sérieux que les embâcles auraient pu occasionner aux berges, et ensuite la navigation sur l'Elbe Supérieure a été libre au moins 3 à 4 semaines plus-tôt qu'elle ne l'eût été sans le secours des brise-glace.

L'administration prussienne des travaux sur l'Elbe met chaque année au 1^r Décembre à Harbourg, tous ses brise-glace au service du déglacage; et ils restent réservés à ce service jusqu'au 1^r Avril.

Les brise-glace hambourgeois I, II et III, ainsi que les brise-glace prussiens „Eisbär”, „Walross” et „Wal” ne sont employés qu'en temps de gelée. Pendant l'été on ne s'en sert pas, parce que l'expérience a appris que l'emploi de grands brise-glace pour le remorquage n'est pas pratique, tant à cause de leur grande consommation de combustible que des autres frais d'entretien et d'exploitation.

Au contraire le brise-glace „Elbe” sert en été de bateau d'inspection sur l'Elbe Inférieure, et est en outre utilisé pour le placement de bouées et pour d'autres travaux.

Les trois autres vapeurs hambourgeois „Simson”, „Hofe” et „Möve”, ainsi que les brise-glace prussiens „Lüneburg”, „Robbe”, „Delphin”, „Widder”, „Molch” et „Salamander” (comme les Directions hambourgeoise et prussienne des travaux sur l’Elbe exploitent le dragage sur l’Elbe en régie) sont employés au transport des matières draguées.

Les vapeurs hambourgeois sont tous construits en forme de bateaux pousseurs (bateaux béliers, rammschiffe). Par contre l’administration prussienne est en possession de deux sortes de brise-glace, savoir: des

a. Bateaux échoueurs.

Ceux-ci sont à recommander là où il y a à éloigner de grandes étendues de glace spongieuse (bousin), ou de la glace franche pourvu que la couche ne pénètre pas jusqu’au fond du lit.

Il faut donner la préférence à une carène plate afin que le bateau dans son attaque reste autant que possible en ligne droite.

Des carènes inclinées, ou cunéiformes (Keile) sont utiles au maintien d’une ligne de navigation droite, mais peuvent contribuer à empêtrer le bâtiment dans la glace.

On a essayé de *concentrer sur le devant* le poids du navire en y ajoutant des *quilles de forme particulière*, afin d’obtenir un brisement de la glace plus facile. Mais l’expérience *n’a pas* eu de succès même dans la glace franche, et cela à cause de l’élasticité de cette dernière. Des quilles doubles comme celles dont on se sert pour les brise-glace sur la Vistule ont été trouvées aussitôt nuisibles.

L’efficacité des quilles pour le cassage du bousin est absolument nulle.

Les vapeurs à double quille, en attaquant le bousin, s’y empêtrent; et presque toujours il faut le secours d’autres vapeurs pour les délivrer de leur position.

Le vapeur travaille dans la glace d’une manière relativement calme, lorsque sans devoir déplacer sa ligne de flottaison (son centre de gravité) il peut attaquer et puis se retirer à temps, afin de trouver autant que possible les endroits qui opposent le moins de résistance au brisement.

La proue des brise-glace échoueurs de l’Administration prussienne, sort du plan d’eau sur une longueur de 0,6 m. La ligne de quille tombe sous 17° sur le niveau, et se fond alors par une courbe insensible avec la partie droite de la ligne de quille qu’elle atteint à environ 1 m. avant le milieu du navire. Avec cette ligne (normale) de flottaison, le tirant d’eau au milieu est de 0,25 m. plus petit qu’à la poupe.

Un agrandissement de l’angle d’échouage par l’augmentation du tirant d’eau à la poupe, n’est pas nuisible à l’opération; au contraire celle-ci est rendue plus difficile par l’enfoncement de la proue dans le niveau d’eau. Ainsi donc, abstraction faite de l’affaiblissement de l’effet par le choc, il est constaté que pour favoriser l’opération de l’échouage une élévation notable de l’avant du navire est nécessaire.

b. Bateaux pousseurs (béliers).

Ceux-ci opèrent avec fruit dans les embâcles lorsque les masses de glace doivent être rompues par la découpage en morceaux. Ces vapeurs aussi en attaquant la glace doivent avoir l'avant hors de l'eau. Le centre de gravité du bateau doit par conséquent se trouver derrière le milieu, et la construction du bateau doit être plus lourde à l'arrière qu'à l'avant. Il est bon pour donner à l'avant plus de tranchant de le munir de lignes aiguës.

Des moyens particuliers en vue d'augmenter l'effet, comme par exemple l'usage d'éperons à l'avant du bateau n'ont pas donné le résultat voulu. Au contraire, le navire travaille d'autant mieux que sa faculté de manœuvrer est moins entravée par de tels moyens.

Ces bateaux ne permettent un travail constant que là où la couche de glace est relativement mince, ou bien dans les ports. Ici ils l'emportent sans conteste sur les autres, parce qu'ils font facilement en ligne droite mouvement en arrière, ce qui n'est pas le cas pour les bateaux échoueurs. Le conducteur des béliers, par suite de cette plus grande facilité de la manœuvre, peut donc éviter plus facilement des collisions avec les autres bateaux stationnant dans le port.

Les bateaux échoueurs possèdent il est vrai une grande docilité pour les mouvements en avant, comme nous l'avons dit plus haut, mais celle-ci fait totalement défaut pour les mouvements de recul.

S'il n'y a pas moyen de tourner complètement le bateau, les conducteurs ne peuvent reculer en ligne droite, qu'en conduisant le bateau le long des glaces adhérant encore aux rives.

Afin d'être à même de désagréger la glace du fleuve, et de faire disparaître les embâcles, l'Administration prussienne des travaux sur l'Elbe, a fait l'acquisition, pour l'Elbe supérieure en amont d'Altona on de Harbourg, de deux sortes de bateaux brise-glace, savoir: cinq bateaux échoueurs (Eisbär, Walross, Wal, Robbe et Delphin) et deux bateaux pousseurs ou héliers (Lünebourg et Widder).

Jusqu'ici l'expérience a prouvé que cette proportion de 5 à 2 est bonne. Les deux chaloupes à vapeur „Molch” et „Salamander” sont aussi construites en forme de bateaux pousseurs. Elles sont surtout utilisées dans les eaux peu profondes et dans le port de l'Elbe Supérieure.

Dans la glace franche mélangée à du bousin, voici comment opèrent en général les brise-glace: ils prennent un élan de 100 à 200 m., se jettent sur la glace, *la brisent sous leur poids*, et continuent jusqu'à épuisement de la force acquise par l'élan.

Le vapeur s'arrête ensuite, et recule jusqu'à la distance voulue afin de prendre son élan pour l'attaque suivante. Celle-ci a lieu à quelque distance du point où a eu lieu la première. De cette manière on obtient dès l'abord un chenal large, et on évite la rencontre des glaçons qui proviennent de la brèche faite par la première attaque.

Dans des conditions ordinaires, les bateaux échoueurs, d'après l'épaisseur de la glace, glissent sur la glace sur une longueur qui égale une fois et demie celle du bateau lui même, et la brisent sous leur poids. Les bateaux pousseurs au contraire ne produisent qu'un résultat moins considérable; ils ne pénètrent dans la glace que sur une demi-longueur ou une longueur de bateau.

Il n'est pas rare qu'un bateau reste avec la proue pris dans la glace et se trouve dans l'impossibilité de rebrousser chemin. Dans ce cas un deuxième brise-glace doit venir à son secours. Celui-ci s'élance donc le plus près possible du premier bateau sur la glace, et brise les glaçons qui l'enclavent. Ci cela ne suffit pas, il retire le bateau captif au moyen d'un câble.

Du moment qu'on a ainsi obtenu un étroit chenal à travers la couche de glace, le bateau achève l'enlèvement de celle-ci en passant et repassant dans le chenal à toute vapeur. Le mouvement qui est ainsi produit dans les eaux suffit pour disloquer les croûtes de glace adhérant aux bords et pour les faire écouler.

4. AGENCEMENT DES HÉLICES.

Quand le tirant d'eau est suffisant (environ 1,50 m.) il faut donner la préférence aux bateaux à hélice simple.

Celle-ci tournera moins vite de côté; la construction des machines sera moins compliquée, et si l'hélice est assez grande, elle produira une force de propulsion suffisante et on obtiendra pour le cassage de la glace l'effet voulu.

Si l'on tient la ligne de poupe très pleine, l'hélice aura moins à souffrir des glaçons flottants, mais son action sera moins efficace.

Il est donc erroné de vouloir par la forme particulière du bateau augmenter la solidité de l'hélice et du tourillon.

L'hélice et l'arbre de couche doivent être construits aussi solidement que possible et faits du meilleur métal; il est en outre à recommander d'emboîter devant le pivot d'étambot une pièce de sûreté ou armature, afin d'éviter des accidents à la machine durant les grands déploiements de forces. Il est inutile dans l'intérêt de la sûreté de donner au tourillon un deuxième coussinet dans l'étrave du gouvernail, puisque des courbures au gouvernail peuvent occasionner facilement des dérangements dans le fonctionnement du navire et que l'étrave du gouvernail n'est quand même pas en état de supporter ce coussinet. Des bateaux à double hélice sont très bons et parfois absolument nécessaires, par exemple lorsque par un faible tirant d'eau on a besoin de développer une grande force et une grande souplesse de mouvements. L'emboîtement de pièces de sûreté ou d'armature dans le conduit de l'arbre de couche est également à recommander, de même que la structure solide du tourillon et des ailes de l'hélice.

Les frais de construction et d'exploitation des vapeurs à double hélice sont aussi considérablement plus élevés que ceux des vapeurs à hélice simple.

5. — CONSTRUCTION DE LA COQUE.

Il est important de bien fortifier le bâtiment par un nombre suffisant d'assemblages horizontaux afin que les bordages seuls n'aient pas à supporter la violence des chocs produits par l'avant du bateau.

Les plus grands brise-glace ont 3 carlingues de fond, deux serres de renfort à hauteur de la ligne de flottaison, et une forte gouttière de pont.

Un bon assemblage de ces différents supports longitudinaux dans l'avant du navire est utile afin que l'effet des chocs se partage autant que possible. Les couples dans l'avant du bateau doivent être rapprochés (env. 25 cm.); ou bien on devra insérer des couples maintenus plus faiblement entre des pièces isolées construites en forme de bau de force, afin d'éviter le plus possible les inflexions dans le revêtement du navire.

On doit soigner avant tout les gouttières et les gabords du revêtement; ils doivent avoir une épaisseur de 13 mm. Les fleurs et les lisses peuvent être un peu moins forts (6 à 8 mm.)

Pour le revêtement, l'acier à simple marque est préférable au fer forgé. La force de résistance ne doit pas dépasser 45 Kg. par mm², afin d'éviter que les plaques ne se rompent aux rangs de rivets.

Pour les brise-glace plus petits on a réussi à donner à la coque la raideur voulue, en intercallant derrière le revêtement des morceaux de bois longs de 10 cm. au-dessus et de 30 cm. au-dessous de la ligne de flottaison, et ayant une épaisseur de 10 à 15 cm.

6. — DISPOSITION ET ARRANGEMENT DE LA MACHINE.

En général les machines des brise-glace ressemblent aux machines des remorqueurs à hélice; seulement on doit veiller tout particulièrement à ce qu'elles soient solidement fixées. Malgré la grande consommation de vapeur il est bon d'en négliger la condensation.

L'expérience a appris que dans le bousin les tuyaux d'inspiration des pompes à circulation s'engorgent facilement. Les moyens employés ordinairement dans ces cas, comme des jets de vapeur, des réservoirs où se déverse l'eau chaude résultant de la condensation de la vapeur, restent absolument sans résultat. Même en laissant déboucher le tuyau d'inspiration dans le voisinage de l'hélice, où il y a toujours de l'eau liquide, on n'a pas atteint d'heureux résultat, puisque le tuyau s'obstrue facilement par le sable et se congèle.

La vapeur expulsée est mieux utilisée pour la production d'un tirage artificiel pour la chaudière. De cette manière la consommation plus considérable de la vapeur est quelque peu compensée par un fonctionnement plus énergique de la machine.

Les essais avec „Eisbär”, „Walross” et „Widder” les trois brise-glace dernièrement acquis par l'Administration prussienne des travaux sur l'Elbe, et qui ne possèdent pas de condensation, ont fourni pour le cassage de la glace des résultats réellement plus heureux.

Les perturbations occasionnées par le refus des pompes cessent, les frais de combustible deviennent il est vrai un peu plus élevés, mais par contre les frais de réparations à faire aux machines diminuent sensiblement.

En tout cas il est toujours nécessaire de posséder dans la chambre des machines des réservoirs suffisamment grands afin qu'en tout temps on ait de l'eau pour l'alimentation du générateur. De même il est utile de relier ce réservoir avec les tanks placés à l'avant et à l'arrière du navire, afin d'éviter tout trouble dans l'exploitation.

En outre des pompes à vapeur de grandeur suffisante pour affranchir les différents compartiments du bateau, ainsi que pour remplir ou vider les baquets à lest, sont indispensables.

Un éclairage électrique par des projecteurs (environ 30 lampes ampère) est très utile pour explorer les couches de glace, les rives etc.

Le cassage de la glace proprement dit ne se laisse accomplir que difficilement la nuit à la lumière électrique.

L'éclairage par des vapeurs placés à l'arrière des brise-glace en activité, et qui ne peut être fourni que par un seul ou tout au plus par 2 vapeurs, est insuffisant lorsque il se désagrége des glaçons plus étendus qui réclament un prompt mouvement de recul des navires.

Les bateaux brise-glace qui attaquent la glace ne peuvent pas travailler à leur propre lumière; d'abord parce que des collisions seraient inévitables à cause des différents effets de lumière; ensuite comme l'expérience l'a appris parce que le conducteur du bateau est aveuglé par la lumière de son propre navire, laquelle ne peut se trouver que devant lui. Les bateaux travaillent aussi plus volontiers sans éclairage électrique.

7. — TANKS.

Des tanks à eau à l'avant et à l'arrière du bateau ont été trouvés très utiles pour le prompt changement de la ligne de flottaison.

Des essais pour remplacer le lest d'eau par des chaînes n'ont pas réussi; l'appareil fonctionnant trop difficilement. Ensuite, en cas de nécessité, en eaux basses, il est difficile, voire même impossible d'éloigner les chaînes.

Cependant il sera nécessaire de chauffer l'eau des tanks au moyen de conduits de vapeur pour la préserver contre la gelée.

8. — ÉQUIPEMENT DES BATEAUX.

Des pavois solides en communication immédiate avec la coque sont préférables à des lisses en forme de balustrade, parcequ'ainsi le pont est

mieux à l'abri du verglas, et que la force de résistance est réellement plus grande.

On doit éviter de construire quoi-que ce soit dans le voisinage des lisses d'appui. Des chaloupes à glace (chaloupes supplémentaires) à fond plat sont préférables aux chaloupes à quille, parceque elles se laissent mouvoir sur la couche de glace. On doit toutefois s'assurer de la facilité de leur manipulation et de leur suspension aux davieres au moyen de guindeaux. On doit avoir soin de protéger suffisamment les bordages en les munissant de bandes latérales. Il est utile aussi de pourvoir la quille et la poupe de hautes et fortes défenses faites de chanvre de Manille goudronné.

Dans les brise-glace il y a place pour le logement du commandant du bateau, du machiniste et des hommes de l'équipage.

Les plus grands brise-glace ont aussi une chambre à coucher et une chambre de travail pour l'ingénieur qui dirige les travaux.

9. COÛT DES INSTALLATIONS NÉCESSAIRES.

Les frais d'acquisition des brise-glace de l'Administration prussienne se montent à 438 500 marcs. Ceux des brise-glace hambourgeois qui sont construits beaucoup plus solidement s'élèvent à 1 564 000 marcs.

Le prix de chaque brise-glace en particulier, l'année de leur construction, les dimensions respectives des bateaux, chaudières, machines, la consommation de charbon, etc. sont indiqués :

a. Pour les brise-glace de l'Administration prussienne des travaux sur l'Elbe, dans l'annexe A ;

b. Pour les brise-glace de l'administration hambourgeoise des travaux sur l'Elbe, dans l'annexe B.

10. FRAIS D'EXPLOITATION.

Les frais d'exploitation de ces vapeurs, exclusivement affectés au service du déglacage pendant 4 mois (du 1^r Décembre sur 1^r Avril) sont supportés respectivement par les Administrations prussienne et hambourgeoise.

Voici comment ces frais sont partagés.

I. Pour les brise-glace appartenant à l'Administration prussienne :

Pendant l'hiver 1889/1890 en chiffres ronds.	26 700 M.
1890/1891	92 300 "

Dans cette somme sont compris 16,000 M. qui ont été payés aux soldats du Génie pour le sciage partiel de la glace :

1891/1892	25 480 M.
1892/1893	61 350 "

Dans ce long et rude hiver tous les brise-glace ont été pour la première fois tous ensemble en activité.

Pendant le dernier hiver de 1893/1894 où le service du déglacage n'a été que de courte durée, les frais d'exploitation des brise-glace prussiens n'ont été que de 25,000 M.

II. Pour les brise-glace hambourgeois.

1) Les brise-glace I à III et „Elbe” qui fonctionnent sur l'Elbe Inférieure en aval de Hambourg :

Pendant l'hiver Brise-glace I. & II.	1883/1884, en chiffres ronds.	. . .	23 500 M.
	1884/1885 " " "	. . .	18 900 "
	1885/1886 " " "	. . .	25 600 "
	1886/1887 " " "	. . .	32 000 "
	1887/1888 " " "	. . .	26 400 "
	1888/1889 " " "	. . .	38 600 "
	1889/1890 " " "	. . .	37 200 "
	1890/1891 " " "	. . .	31 400 "
	1891/1892 " " "	. . .	73 300 "
	1892/1893 " " "	. . .	42 100 "

Pendant cet hiver tous les brise-glace hambourgeois I à II et „Elbe” étaient en activité.

2) Les brise-glace „Hofe”, „Simson” et „Möve” qui fonctionnèrent dans l'Elbe Septentrionale et dans le port de Hambourg :

Pendant l'hiver 1892/1893 environ 22,500 M.

Pendant l'hiver dernier 1893/1894 les brise-glace hambourgeois mentionnés au 1) ont exigé la somme d'environ 44 400 M.; ceux du 2) environ 21 000 M. soit en somme en chiffres ronds 65 400 M. Il faut remarquer en outre que pour les brise-glace hambourgeois „Simson”, „Hofe” et „Möve” il n'y a pas de comptabilité particulière pour le temps qu'ils sont employés au déglacage, vu qu'on les emploie l'année durant; mais que la somme indiquée ci-dessus correspond aux frais d'exploitation de ces bateaux durant un espace de quatre mois (du 1^r Déc. au 1^r Avril).

Les frais d'exploitation des brise-glace hambourgeois ont été l'hiver dernier plus élevés que ceux des brise-glace prussiens. La raison en est que les bateaux hambourgeois ont été mis en activité dès le commencement de la période de gelée, tandis que les bateaux prussiens n'ont travaillé que durant une période de 10 jours.

A.

T A B L E A U

DES

**Dimensions, Coût etc. des Bateaux brise-glace
appartenant à l'Administration prussienne
des travaux sur l'Elbe.**

1.	2.	3.	4.
Numéro d'ordre.	Nom du Bateau.	Constructeur.	Année de la construction.
1.	Wal.	Kette à Uebingau près Dresde.	1889
2.	Delphin.	Le même.	1890
3.	Robbe.	Le même.	1889
4	Lüneburg.	Chantier et atelier de con- struction Société Anon. (ex-devant Janssen & Schmisinsky) Hambourg- Steinwärder.	1890
5.	Eisbär.	Möller et Holberg, Stettin.	1892
6.	Walross	Les mêmes.	1892
7.	Widder.	Les mêmes.	1892
8.	Molch.	Kette à Uebingau près Dresde.	1892
9.	Salamander.	Les mêmes.	1892

Pression.	Surface de la grille.	Age naturel ou artificiel.	Système	Dimensions du cylindre.	Nombre de tours.	Chevaux vapeur.	Consommation de charbons par heure.					
							Kg.					
					0	220	300	1	1,7	2,5	4	Hélice en acier.
10,0	1,19	id.	id.	250 X 500 300	200	110	160	1	1,48	2,2	4	id.
10,0	1,19	id.	id.	250 X 500 300	200	110	160	1	1,48	2,2	4	id.
12,0	1,20	id.	Compound sans condensation.	300 X 500 350	210	160	200	1	1,38	1,45	4	Hélice en bronze.
10,0	2,56	à deux cylindres Com-		350 X 650	180	280	400	1	1,7	2,5	4	Hélice en

10,0	0,8	id.	id.	130 X 240	350	En som. me 60	100	2	0,85	1,1	3	id.
					0	En som. me 60	100	2	0,85	1,1	3	id.

B.

T A B L E A U

DES

**Dimensions, Coût etc. des Bateaux brise-glace
appartenant à l'Administration hambour-
geoise des travaux sur l'Elbe.**

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Numéro d'ordre.	Nom du Bateau.	Constructeur.	Année de la construction.	Frais de construction. Marcs.	Destination du Bateau.	Manière dont le bateau travaille.	Vitesse moyenne en coursant libre Nœuds.	Longueur à la ligne de flottaison. M.
1.	Brise-glace I	Reiherstieg,	1874	300000	Cassage de la	Pous-	10,5	37,943
3.	Brise-glace III	idem.	1892	485000	idem.	id.	11,75	42,67
4.	Elbe	idem.	1892	208000	Cassage de la glace sur l'Elbe Septen- trionale et sur le port de Hambourg.	id.	9,5	28,33
5.	Hofe	idem.	1878	106500	idem.	id.	10,5	24,38
6.	Simson	Chantier et Atelier de construction de ci-devant Janssen & Schmilinsky	1883	100000	idem.	id.	10,5	26,0
7.	Möve	idem.	1889	65000	idem.	id.	10	16,0

5 M

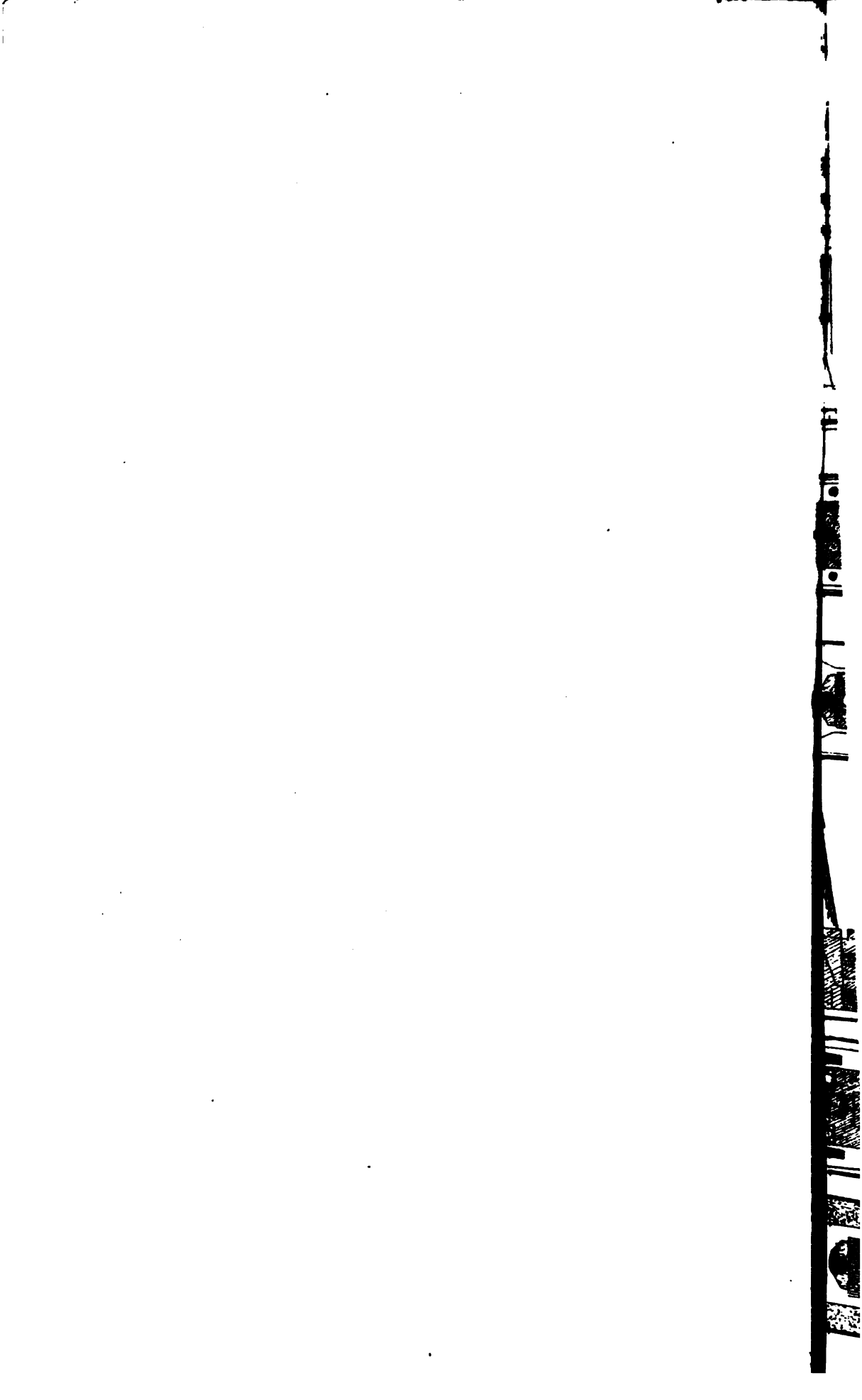
14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
Matière.		Machine.					Hélice.				Observations.
Surface de la grille.	Tirage naturel ou artificiel.	Système.	Dimensions du cylindre en m.M.	Nombre de tours.	Chevaux vapeur.	Consommation de charbons par heure.	Nombre.	Diamètre.	Remont.	Nombre des ailes.	
M ² .						Kg.	M.	M.			
7,44	naturel	Machine verticale à l'action directe à haute et basse pression condensation à surface.	685 1370 914 Coups du piston.	82	450	525	1	3,657	4,572	4	Hélice en acier.
7,15	id.	idem.	710 1270 914 Coups du piston.	80	500	450	1	3,657	4,572	4	Hélice en Bronze.
9,2	id.	Machine verticale à l'action directe; pression haute, moyenne et basse; condensation à surface.	560 890 1480 1066 Coups de piston.	80	1050 1100	880	1	3,962	5,180	4	idem.
3,2	id.	2 Machines verticales à l'action directe; pression haute et basse, condensation à surface.	350 700 500 Coups de piston.	130	320	350	2	1,900	2,748	4	idem.
2,2	artificiel	avec condensation.	460 711 Alésage 534 Coups de piston.	162	250	290	1	1,890	2,2	4	Hélice en bronze de 920 Kg.
3,8	naturel	idem	430 710 Alésage 550 Coups de piston.	168	350	360	1	1,980	2,15	4	Hélice en bronze de 960 Kg.
			250 420 Alésage 320 Coups de piston.	215	330	445	2	1,40	1,625	4	Hélice en bronze de 425 Kg.

a.	Longueur.	Länge.	Length.
b.	Largeur.	Breite.	Width.
c.	Hauteur sous pont.	Höhe unter Deck.	Height under deck.
d.	Tirant d'eau.	Tiefgang.	Draught.

Lüneburg	a = 18.80 m.	Elbe	a = 42.67 m.	Molch & Salamander	a = 14.04 m.
	b = 14.77 „		b = 10.67 „		b = 3.68 „
	c = 2.20 „		c = 5.49 „		c = 1.28 „
	d = 1.50 „		d = 4.36 „		d = 1.— „

Wal	a = 24.75 m.	Eisbär & Walross	a = 28.50 m.	Widder	a = 23.55 m.
	b = 5.50 „		b = 6.— „		b = 5.— „
	c = 2.55 „		c = 2.80 „		c = 2.34 „
	d = 2.— „		d = 1.80 „		d = 1.60 „

Delphin & Robbe	a = 22.55 m.	Hofe	a = 24.38 m.	
	b = 4.80 „		b = 6.40 „	
	c = 2.30 „		c = 3.— „	
	d = 1.45 „		d = 2.20 „	





J. W. van Marle
Civil Ingenieur



DeGrand fund

Sixième Congrès international de Navigation intérieure

LA HAYE. 1894.

Moyens de prévention des chômages par la gelée

(Procédés appliqués sur la Seine).

R A P P O R T

PAR

M^r CAMÉRÉ,

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Paris.

La navigabilité de la Seine étant assurée au moyen de barrages mobiles, et ces ouvrages étant ouverts en temps de glace, il en résulte que la navigation est forcément suspendue pendant ces périodes.

Dans ces conditions, les seuls travaux de déglacage poursuivis sur cette rivière, au moment des grands froids, ont uniquement pour but de protéger les ouvrages de navigation et le matériel de la batellerie en stationnement, et à faire disparaître les embâcles dangereux.

Ces travaux, généralement exécutés par le personnel du service de la navigation aidé au besoin par quelques ouvriers auxiliaires, ne comportent, pour le cassage des glaces et son évacuation, que l'emploi de bachots, de hâches, de crocs, de gaffes, etc., soit des moyens extrêmement simples mais qui ont toujours suffi pour le but à atteindre.

Pendant l'hiver rigoureux de 1890—1891, l'interruption de la navigation ayant pris des proportions absolument exceptionnelles (1) les services de la navigation de la Seine, entre Paris et Rouen (2) ont été conduits, en présence des instances pressantes de la marine, à tenter des opérations de déglacage, sur une assez vaste échelle, en vue de hâter la reprise de la navigation, dans le délai le plus court à partir du commencement du

(1) Du 14 Décembre 1886 au 26 Janvier 1891 soit pendant 43 jours.

(2) Service de la Navigation de la Seine 2^e Section M^r RABEL, Ing. en chef.

----- id. ----- 3^e Section M^r CAMÉRÉ, — id. —

----- id. ----- 4^e Section M^r GUIARD, — id. —

dégel, tout en assurant, en même temps, la destruction des embâcles menaçant les ouvrages d'art. (Écluses, barrages et ponts), et la protection du matériel de la batellerie et des installations flottantes très nombreuses, notamment dans le voisinage immédiat de Paris.

Ce sont ces opérations dont nous allons rendre compte, en ne nous arrêtant, pour éviter des répétitions fastidieuses, qu'à celles ayant présenté quelques particularités, dans les procédés appliqués.

Afin de permettre de se rendre compte dans quelles conditions de température ont été faites ces opérations nous avons indiqué sur la planche n°. I les courbes des minima journaliers observés pendant la période comprise entre le 14 Décembre 1890 et le 26 Janvier 1891, en deux points de la basse Seine à savoir : aux écluses de Bougival, point Kilométrique 48,500 K., et aux écluses de St Aubin, point Kilométrique 217,000 K.

Pont d'Asnières et bras de Puteaux.

Le 16 Janvier 1891 le bras navigable de la Seine longeant la rive gauche dit de Puteaux était pris, du Km. 17,600 (600 mètres en aval du barrage de Suresnes) au Km. 21,300, soit sur une longueur de 3,700 Km., la partie située en aval du pont de Courbevoie étant, en particulier, occupée par une banquise; quant au petit bras de rive droite, dit de Heuilly, il était pris entièrement depuis l'aval des déversoirs du barrage de Suresnes, jusqu'à l'extrémité du pointis aval de l'Ile de la Grande Jatte, soit sur une longueur de 4,900 Km. (Pl. II).

La couche de glace du petit bras se raccordait, à ce point, avec la banquise recouvrant toute la rivière, entre la borne Kilométrique 22 et le pont du chemin de fer de l'Ouest à Asnières, sur une longueur d'environ 600 m. et une largeur de 110 m. Cette banquise était constituée par des glaces formées sur place, et par de nombreux glaçons venus d'amont à la suite d'un commencement de dégel; son épaisseur, très faible sur les bords, spécialement sur la rive droite, allait en croissant jusque vers les deux tiers de la largeur où elle atteignait 2 m. à 2,50 m., pour décroître ensuite jusqu'à la rive gauche, près de laquelle elle devenait très irrégulière.

Au point de vue de sa constitution, cette banquise était formée par une couche de glace franche de 0,15 m. à 0,25 m. d'épaisseur, de laquelle émergeaient des glaçons plongeant, en général, vers l'amont, sous un angle de 30°, et formant des saillies de 0,60 m. à 0,70 m., et, au-dessous de cette couche, par une masse de glaçons orientés dans tous les sens, plus ou moins soudés entre eux, et mélangés avec des fragments de glace spongieuse désignée sous le nom de bousin.

Pour faire disparaître cette banquise, qui, en arrêtant, à un moment donné, l'écoulement des glaces venant d'amont, pouvait devenir dangereuse pour le pont du chemin de fer, on a eu recours à l'emploi simultané de

bateaux brise-glace manœuvrés par des équipes civiles et d'explosifs employés par un détachement du génie.

L'épaisseur de la glace étant plus faible sur la rive droite, on commença par creuser un chenal le long de cette rive, au moyen d'un simple bachot normand convenablement blindé (Pl. III) halé par 4 chevaux, auquel 12 hommes imprimaient un fort mouvement de roulis.

Une fois ce chenal établi on attaqua la banquise proprement dite, et après quelques essais préliminaires pour se rendre compte de la meilleure manière d'utiliser les explosifs, on s'arrêta au dispositif que nous allons décrire.

Suivant une ligne parallèle, au chenal ouvert, on creusait à la pioche, dans la glace, des trous profonds de 0,40 m. au-dessous de la surface et espacés de 3 m. à 3,50 m., dans lesquels on plaçait des charges formées de deux pétards ou cartouches de mélinite (Pl. IV).

Les charges étaient reliées au moyen de bouts de cordeau détonant également à la mélinite à un cordeau continu de même nature muni, à son extrémité amont, d'une mèche Bickford, et reposant sur la glace.

De ce cordeau maître partaient, tous les 30 à 40 mètres, des cordeaux transversaux reliant une série de charges disposées comme celles du premier.

Toutes les charges et les cordeaux étaient recouverts de fragments de glace pour former bourrage, et, quand la glace n'était pas unie, on entaillait légèrement la surface pour placer les cordeaux.

En mettant le feu à la mèche Bickford, toutes les charges partaient simultanément, et, grâce à leur action et à celle du cordeau détonant, on arrivait à détacher de la banquise des tranches, de 300 mètres de longueur sur 15 à 18 mètres de largeur, disloquées suffisamment, par les charges transversales, pour pouvoir passer par les arches du pont; cet écoulement était, du reste, surveillé et aidé au besoin par un petit vapeur „La Jeanne” de la force de 80 chevaux, muni, à l'avant d'une armature métallique (Pl. V).

En approchant de la rive gauche, où la glace était moins épaisse, il suffisait, pour amener sa dislocation, d'employer des charges de un pétard seulement, placées à 3 mètres d'intervalle, dans des cavités de 6 à 7 centimètres de profondeur.

La destruction de cette banquise ayant été terminée le 20 Janvier, l'on commença le lendemain l'ouverture d'un chenal dans le bras de Puteaux.

Les glaces qui occupaient ce bras sur une longueur de 3,700 Km., avaient une épaisseur de 0,20 m. à 0,30 m., sans compter les glaçons accumulés au-dessous, lesquels n'étaient pas soudés entre eux et étaient séparés par une grande quantité de bousin; quant aux portions de blocs qui émergeaient au-dessus, par suite de leur exposition à l'air, leur texture en était poreuse et ils étaient très friables.

Le long de la rive gauche, les glaces avaient peu d'épaisseur et l'eau

coulait même, en certains points, à clair par suite de la présence de nombreux égouts dont quelques uns déversaient des eaux chaudes provenant d'usines.

La banquise occupant la partie inférieure du bras était constituée par des glaçons qui, vers l'aval, se dressaient sous un angle de 45°, tandis que vers l'amont n'ayant subi aucune pression ils étaient restés horizontaux :

Les moyens employés pour le déglacage de ce bras, en passant sur les détails, consistèrent :

1°. A ouvrir, au moyen de charges reliées à un cordeau détonant maître, de 25 à 30 m. de longueur, disposé comme pour la banquise du pont d'Asnières, un chenal vers le milieu du bras, en n'ayant recours à des transversales que lorsque la largeur de la rivière l'exigeait, et à quelques pétards lancés à la surface que lorsque les glaces étaient peu épaisses ;

2°. A faire passer un vapeur convenablement armé dans le chenal préparé à la mélinite, et à achever avec ce bateau et le bachot le morcellement des blocs détachés.

On put arriver, en procédant ainsi, à déglacer le bras sur 2500 mètres de longueur pendant les journées du 21 et 22 Janvier et le 23, par suite de l'arrivée du dégel, le vapeur et le bachot suffirent pour compléter le déglacage du bras de Puteaux, en employant, toutefois, quelques pétards lancés à la surface des glaçons d'une trop grande dimension.

En résumé, le dégagement du bras navigable de la Seine, entre le pont d'Asnières et l'aval du barrage de Suresnes, sur une longueur de 4,300 Km. exigea une semaine environ de travail et donna lieu, y compris les frais d'explosifs, et les indemnités de séjour allouées aux hommes du détachement du Génie (1), à une dépense de fr. 15000 en nombre rond, correspondant à une dépense de fr. 3,40 par mètre courant de rivière, mais y compris la destruction de l'embâcle du pont d'Asnières.

Quant aux matières explosives consommées elles ont été de :

Cartouches	1 047
Pétards	813
Cordeau détonant	3 980 m.
Fusées instantanées	380 m.
Détonateurs	1 182

Bras de Marly.

Le Bras de Marly, large de 70 m. en moyenne, et d'une longueur totale de 11 Km., est fermé à 8 Km. en aval de son embouchure, par le barrage déversoir de Marly.

Le seuil de cet ouvrage étant assez élevé pour ne pas fournir de déver-

(1) Ce détachement commandé par un lieutenant comprenait 1 sous-officier, 1 caporal et 17 sapeurs.

sement en basses-eaux, lorsque le barrage de Bezons, qui concourt avec lui à fermer la retenue de Bougival, est ouvert, les glaces avaient envahi complètement ce bras privé de tout courant, tant en amont qu'en aval du barrage de Marly, et y formaient une couche généralement unie et transparente, d'une épaisseur moyenne de 0,25 m., avec embâcle prononcé à son arrivée dans le bras navigable.

Eu égard à cette situation, il était à craindre que ces glaces, au moment de l'arrivée de la crue accompagnant le dégel, ne vinssent produire, d'une part, un embâcle de nature à mettre en danger les barrages, les écluses et les bateaux en grand nombre garés en amont de ces dernières, et, d'autre part, une accumulation de glaces, immédiatement en aval du barrage de Marly, pouvant provoquer une surélévation importante des eaux suivie d'un abaissement presque instantané au moment de la rupture de cet obstacle; double mouvement d'eau de nature à amener des désastres, tant pour les ouvrages d'art que pour la battellerie.

Pour parer à ces graves éventualités on a procédé aux opérations de déglacage énumérées ci-après.

Le 16 Janvier 1891 on a commencé, à l'extrémité aval du Bras de Marly, au moyen d'explosifs employés par un détachement du Génie, de la hache et de bachots maniés par une équipe civile, l'ouverture d'un chenal de 4 m. de largeur; ce chenal de 2 Km. de longueur et s'étendant entre les points 49,300 Km. et 51,300 Km., a été terminé le 23 Janvier, soit en 8 jours.

Le 24 Janvier le détachement militaire se porta, à la hauteur de la ruelle de Seine, en amont de Bougival, et poursuivit le chenal central qui arriva le 25 à la hauteur de la Grenouillère (point Kilométrique 46,500).

Du 21 au 25 Janvier inclus, une équipe civile ouvrit, avec la scie et la hache, et sans avoir recours à aucun explosif pour ne pas risquer d'ébranler les ouvrages voisins, un chenal central à partir du barrage de Marly, sur une longueur de 400 m. et une largeur de 4 m., puis, sur 200 m. avec une largeur minima de 8 m., enfin un branchement de même largeur aboutissant à la grande écluse de Bougival afin de donner accès, dans cet ouvrage, aux bateaux garés en amont. (Voir Pl. VI).

Les 26 et 27 Janvier, immédiatement avant la débâcle générale, on disloqua, à l'aide d'une équipe montée dans un bachot, d'un fort bateau à vapeur, et de quelques pétards lancés à la surface, tout le banc de glace qui couvrait le bassin d'amont des écluses de Bougival, sur une étendue de 5000 m². environ.

Les procédés de déglacage au moyen d'explosifs appliqués dans ces opérations, ont été les suivants.

a. Sur des tringles de bois de 4 m. de longueur, l'on fixait un chapelet composé de cartouches de mélinite, de 100 à 135 grammes, espacées de 0,80 m. 100 m. et réunies par un cordeau détonant également à la mélinite. Les tringles préparées à terre, étaient simplement posées sur la glace, où elles

étaient réunies bout à bout, de manière à former des lignes de 50 m. de longueur.

Le bourrage était obtenu d'abord au moyen de terre formant un bourrelet de 0,20 m. de hauteur environ, mais cette terre n'étant pas convenable pour produire l'effet voulu, l'on arriva à placer les tringles au fond d'une rainure pratiquée à la pioche dans la glace, et que l'on recouvrait de neige et de menus glaçons.

Au moyen de ce dispositif auquel le feu était communiqué par une mèche Bickford, l'on obtint l'ouverture d'un chenal de 3,00 m. à 3,50 m. de largeur, dans une couche de glace franche de 0,20 m. à 0,30 m. (Pl. VII fig. 1).

Les glaçons produits par l'explosion présentaient une forme allongée et de nombreuses fissures sillonnaient les glaces des rives.

Les glaçons occupant le chenal étaient ensuite brisés et entraînés au moyen d'un bachot et d'hommes munis de crocs et de haches, mais cette opération était rendue très lente faute de courant.

Ce procédé, d'une grande simplicité et d'une marche rapide au point de vue de l'emploi des explosifs, avait toutefois l'inconvénient de produire des vibrations très violentes dans l'atmosphère au moment des explosions, et de briser les vitres des maisons riveraines même à une distance de 200 m., enfin d'entraîner des dépenses élevées, vu le coût de la mélinite en cartouches (fr. 12 le Kil.) et du cordeau détonant (fr. 0,40 le mètre courant), il fut en conséquence abandonné dès le quatrième jour, et remplacé par le suivant;

b. Dans l'axe du chenal à ouvrir, on exécutait des forages de 5 mètres en 5 mètres, à travers lesquels on descendait, jusqu'au-dessous des glaces, des charges composées de cinq cartouches ou de 4 pétards à la mélinite auxquels le feu était transmis par de la mèche Bickford.

Les explosions de ces charges déterminaient la formation d'entonnoirs de 3,50 m. à 4,00 m. de diamètre (Pl. VII, fig. 2), qui restaient séparés par des bandes de glace disloquée, que des ouvriers civils faisaient disparaître à la hache, en même temps qu'ils régularisaient la tranchée et la débarrassaient des glaçons.

Cette dernière opération étant longue on arriva à la supprimer en procédant comme suit.

c. A 5 mètres de distance l'un de l'autre et vers le milieu du Bras, on exécutait, dans la glace, deux rainures de 0,10 m. de profondeur, puis dans l'axe de cette bande, on creusait à la pioche des trous de 0,20 m. de diamètre espacés de 5 m. et descendus jusqu'à l'eau (Pl. VII fig. 3). Dans ces forages, et à 0,30 à 0,40 m. au-dessous de la glace, l'on plaçait des charges de 0,500 Kg. de mélinite formées de cinq cartouches ou de 4 pétards fixés à une tringle de bois sur laquelle était attachée une mèche Bickford munie d'un détonateur.

Les charges de mélinite furent remplacées, par mesure d'économie, dans

une partie du travail, par des charges de poudre de sûreté Favier beaucoup moins coûteuses (fr. 3,25 le Kilog.) même avec l'augmentation du poids à donner aux charges pour obtenir le même résultat ($\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{5}$ environ).

Vu l'action moins brisante de cet explosif les charges étaient descendues un peu plus bas au-dessous des glaces que celles de mélinite.

Chaque explosion amenait la dislocation complète de la glace, entre les deux rainures, sur une largeur de 5 m., et il suffisait, pour mettre le chenal au clair, de le débarrasser avec des crocs, des glaçons et du bousin produits.

Sur les points où la couche de glace était formée de glaçons soudés, comme dans la partie du Bras de Bougival située en amont de cette localité, les rainures purent être supprimées sans inconvénient.

On est arrivé, avec ce procédé, à ouvrir par jour un chenal de 800 à 900 m. de longueur avec un personnel militaire de 20 hommes et 30 à 35 ouvriers civils.

Les quantités d'explosifs employées dans les différentes opérations exécutées dans le Bras de Marly par le détachement du Génie ont été :

Mélinite (pétards ou cartouches)	200 Kg.
Poudre Favier	160 Kg.
Les explosions produites ont été au nombre de 850 environ.	

Par mètre courant de chenal ouvert, la dépense en explosifs s'est élevée à fr. 0,75 lorsque l'on a eu recours à la mélinite, et à fr. 0,40 seulement avec la poudre Favier.

Quant au chenal pratiqué sans explosif, en amont du barrage de Marly et aux abords des écluses de Bougival, voici comme il a été ouvert.

Au moyen de scies à pierre tendre (Pl. VII fig. 4), conformes au croquis ci-joint et manœuvrées par 2 hommes, se relayant toutes les demi-heures, on sciait la glace suivant des lignes longitudinales distantes de 4 m.

On amorçait alors dans la bande ainsi détachée et au moyen de cognées (Pl. VII fig. 5), des tranchées transversales de 0,10 m. de largeur de 1,20 à 1,30 m. de longueur et distantes de 4 mètres, tranchées que l'on achevait à la scie (Pl. VII fig. 6).

Les carrés de glaces une fois débités étaient poussés, au moyen de crocs, sous les glaces restées intactes de chaque côté de la tranchée.

Il convient, toutefois, d'ajouter que ce procédé n'a pu être utilement appliqué qu'en raison de ce que la couche de glace à entamer n'était formée que de glace franche sur toute son épaisseur qui atteignait environ 0,25 m.

La tranchée en question qui, y compris son embranchement, présentait une longueur de 760 m. a été exécutée en un jour et demi (250 m. par jour) à l'aide de 20 ouvriers civils et a donné lieu à une dépense de fr. 405 de main-d'œuvre correspondant à une dépense de fr. 0,60 par mètre courant, et de fr. 0,65 en y comprenant le matériel acheté ou loué.

Au point de vue de la dépense, ce système de déglacage est beaucoup

plus économique que celui basé sur l'emploi des explosifs, lorsque les circonstances s'y prêtent.

En résumé, les travaux exécutés dans le Bras de Marly et qui ont eu pour résultat l'ouverture d'un chenal sur une longueur de 4,300 Km., ont duré 12 jours et ont coûté fr. 6646,74 en y comprenant les indemnités de séjour accordées aux hommes du détachement du Génie.

Le coût moyen par mètre courant de chenal s'est donc élevé à fr. 1,54.

Barrage écluse de Méricourt Sandrancourt.

Du 19 au 20 Janvier, un embâcle s'était formé à 1500 mètres environ en amont du barrage de Sandrancourt (Km. 117), sur une longueur dépassant 2 Km. (Pl. VIII), embâcle constitué par des glaçons de 0,20 m. d'épaisseur, soit relevés verticalement, soit superposés sur des hauteurs atteignant deux et trois mètres et intimement soudés les uns aux autres. De plus la rivière était complètement prise, sur 10 Km. environ en amont du barrage.

En raison de la courbure de la rivière, cet embâcle menaçait directement les écluses de Méricourt situées sur la rive gauche, et les estacades en charpente qui les accompagnent, ainsi que les fermettes des passes surélevées du barrage.

Les mesures prises pour parer à ces dangers, ont eu pour but de déterminer, dans les glaçons, une ligne de moindre résistance vers la rive droite, en vue d'amener, de ce côté, l'écoulement des glaces au moment de la débâcle. Les opérations commencées le 22 Janvier furent terminées le 25.

Elles consistèrent dans le brisement des glaces aux abords immédiats du barrage, au moyen de cognées, et à l'aide de bateaux animés par les hommes montés à bord, d'un mouvement de roulis prononcé; puis dans l'établissement, en amont des passes profondes et à travers la banquise, d'un chenal de 20 à 30 mètres de largeur, sur plus d'un Kilomètre de longueur, en se servant d'explosifs descendus sous la glace, et de bateaux manœuvrant comme il est dit ci-dessus dans les fractures produites par les explosifs.

Ces travaux furent exécutés avec le concours d'un détachement du Génie et une équipe civile de 12 ouvriers.

La quantité d'explosifs employée a été d'environ 50 Kg. de poudre Tavier et de 10 Kg. de mélinite.

La dépense s'est élevée y compris les indemnités de séjour aux hommes du détachement du Génie (1) à fr. 1500,00.

Le résultat visé a été parfaitement obtenu, et, lors de la débâcle, les glaces se sont écoulées sur la rive droite.

En ne considérant que la longueur du chenal ouvert, la dépense a été

(1) Ce détachement commandé par 1 lieutenant comprenait 1 sous-officier et 5 sapeurs.

de fr 1,50 par mètre courant, mais, en fait, la surface des couches de glace détruites par ces travaux n'a pas été moindre de 40 000 m² et celles des glaces provenant de la couche qui recouvrait la rivière sur 10 Km. en amont du barrage et qui se sont écoulées par le chenal ouvert au moment de la débâcle, a dû dépasser 200 000 m².

Dérivation éclusée d'Amfreville sous-les-monts.

La dérivation éclusée d'Amfreville sous-les-monts (Pl. IX), présentant une longueur de 1900 mètres sur 50 mètres de largeur, sauf près des écluses où elle atteint 80 mètres, et les glaces qui s'y forment ne pouvant être évacuées que par des éclusées, il était très important de ne pas la laisser se congeler, car un déglacage après le dégel aurait pu occasionner un retard de 10 à 15 jours dans la reprise de la navigation.

Du 14 Décembre au 16 Janvier, le cassage de la glace fut opéré, au fur et à mesure de sa formation, en y faisant circuler des bateaux montés par des hommes armés de crocs et de haches et un bateau brise-glace, constitué par un gros bachot normand armé de fortes ferrures (Pl. X) Ce bateau monté par des hommes était halé par des chevaux circulant sur le chemin de halage et suivant les circonstances opérait comme suit :

Les hommes étant placés à l'arrière, le bateau était lancé de manière à faire glisser son avant sur la surface même de la couche de glace à disloquer. Tous les hommes se portaient alors à l'avant et par une série de sauts exécutés en cadence, provoquaient l'effondrement et la destruction de la partie de la couche de glace supportant le bateau, et en outre des fissures dans la couche restant en place.

Si maintenant ces fissures étaient suffisamment accentuées, l'on mettait, de nouveau, le bateau en marche suivant la direction de l'une d'elles, en lui imprimant, au moyen du balancement des hommes à bord, un mouvement de roulis très énergique de manière à provoquer dans l'eau de forts mouvements ondulatoires qui déterminaient souvent dans tous les sens et à de grandes distances, des fractures nombreuses dans la couche de glace à désagréger.

Tous les glaçons ainsi produits, et après cassage préalable s'il y avait lieu, étaient alors éclusés.

Ce moyen devenant insuffisant l'on dut, à partir du 17 Janvier avoir recours à des explosifs employés par un détachement du Génie (1).

A ce moment les glaces recouvraient toute la dérivation d'Amfreville et présentaient des épaisseurs variant entre 0,35 à 0,50 m. La couche supérieure était assez unie, mais au dessous se trouvaient quelques glaçons non adhérents et qui, sur certains points, formaient une épaisseur totale de glace atteignant 1,50 m.

(1) Ce détachement commandé par un lieutenant comprenait 1 sous-officier et 5 sapeurs.

Les dispositifs employés pour la rupture des glaces furent les suivants (Pl. XI).

Sur les tringles de bois de cinq mètres de longueur, ou placait, à équidistance, des charges composées, pour celles occupant les extrémités, de 1 cartouche de mélinite et de deux cartouches de dynamite; les autres charges étant formées par une cartouche de dynamite, sauf la cinquième, en partant de l'amorce, qui était constituée par une cartouche de dynamite.

Toutes ces charges étaient reliées par un cordeau détonant dépassant les tringles de 1,00 m., afin de pouvoir être rattaché à un chapelet de même composition.

Chaque dispositif comprenait 6 tringles, les quatre centrales, alignées en ligne droite et la première ainsi que la dernière, inclinées sur cette ligne comme les côtés d'un trapèze.

Ces tringles étaient placées, charge en dessous, dans des rigoles de 7 à 8 centimètres de largeur et le tout recouvert de sable fin comme bourrage.

L'explosion de ces charges déterminait la séparation de tranches de glace ayant jusqu'à 40 m. de longueur sur une largeur de 12 à 15 m., mais, en général, on cherchait, en vue de l'éclusage, à obtenir des glaçons plus petits.

Le cordeau détonant étant venu à manquer, le travail fut continué en ayant recours à des charges isolées composées de 2 ou 3 pétards ou cartouches, descendues jusqu'à l'eau, dans des forages pratiqués dans la glace à 3 mètres de distance les uns des autres; ces charges étaient amorcées avec un cordeau Bickford.

Le travail du déglacage de la dérivation d'Amfreville-sous-les-monts fut terminé le 21 Janvier par le détachement du Génie avec l'aide d'une équipe civile comprenant 4 ouvriers.

Les quantités d'explosifs employées furent :

Mélinite	22 kg.
Dynamite	40 kg.
Cordeau détonant	300 m.
Mèche Bickford	70 m.
Détonateurs	700

La dépense y compris les indemnités de séjour aux hommes du détachement du Génie s'est élevée à fr. 772,00.

Ce qui représente une dépense de fr. 0,40, par mètre courant, pour un chenal de 1900 m. et d'une largeur moyenne de 30 m.

Bief de Rouen.

Le 22 Décembre 1890, le passage de la batellerie dans le bief de Rouen, dont le mouillage n'est assuré par aucun barrage et reste soumis aux mouvements de la marée, ne suffisait plus pour maintenir le chenal libre. A ce moment toute la Seine était gelée depuis Elbeuf jusqu'à Rouen, des banquises existaient au pont de Brouilly vis-à-vis de la Mivoie et de

St Etienne du Rouvray, enfin à Oissel un embâcle s'étendait entre les Km. 226 et 232 et embrassait le pont du chemin de fer de Paris à Rouen (Pl. XII).

Trois bateaux à vapeur *l'Isard* (300^{ch}) *l'Assistant* (60^{ch}) et *l'Hirondelle* (50^{ch}) furent alors affectés, plus ou moins complètement, au cassage des glaces et munis, pour protéger leur étrave, de boucliers installés au niveau de la flottaison. Celui de *l'Hirondelle*, en particulier (Pl. XIII) était formé par un matelas de bois de 0,08 m. d'épaisseur en forme de V embrassant l'avant, couvert par une tôle d'acier de 10 mm. d'épaisseur 0,50 m. de hauteur et 2 m. de longueur, prolongée, de chaque côté, par une tôle de 0,07 sur 1,50 m.

Ces bateaux brisaient la glace, soit en y pénétrant de vive force, soit par l'agitation qu'ils produisaient dans l'eau, sans avoir besoin de heurter les bancs, par des mouvements en avant suivis de brusques mouvements de recul, lesquels, en déterminant un soulèvement du plan d'eau suivi d'un rapide affaissement, avaient une action destructive très puissante sur les glaces.

Ces opérations ne pouvaient, du reste, être exécutées utilement qu'au moment du jusant car au moment du flot les glaces brisées ne pouvaient s'écouler.

Les longueurs accumulées des diverses banquises détruites ainsi journellement, dans toute la longueur du bras navigable, ont varié de 250 à 500 m. suivant l'épaisseur des glaces qui atteignait sur certains points 0,55 m.

Les bateaux en question étaient, en outre employés à briser chaque jour, entre Oissel et Rouen, les glaces qui se reformaient dans la tranchée et dont l'épaisseur était d'environ 0,02 m., ainsi que les banquises qui se reconstituaient par l'effet du jeu des marées.

Grâce à ces travaux et à l'emploi, au moment de la débâcle générale, de quelques pétards d'explosifs Favier (3,660 Kg. en tout) lancés à la surface des plus gros glaçons pour les diviser, la débâcle se produisit avec la plus grande facilité, le 24 janvier 1891, et sans causer aucune avarie, ni au pont d'Oissel ni au pont de Brouilly.

Les dépenses faites pour les opérations de déglacage du bief de Rouen se sont élevées à fr. 2866,60 y compris les dépenses affectées aux bateaux à vapeur, lesquels, du reste, pendant la période s'étendant du 22 Décembre 1890 au 24 Janvier 1891 n'ont été employés que 23 jours seulement.

En ne considérant que la partie de rivière comprise entre l'amont de l'embâcle d'Oissel et le port de Brouilly (13 Km.) la dépense de déglacage, par mètre courant, ne s'est élevée qu'à fr. 0,22, mais il convient d'ajouter que, si cette dépense a été suffisante pour assurer une débâcle rapide et sans accident, elle n'a pas permis de maintenir constamment libre un chenal entre Rouen et Oissel, objectif qui n'était pas à rechercher, la navigation étant, en ce moment, interrompue entre Paris et Rouen par l'ouverture des barrages en raison des glaces; les vapeurs employés manquaient du reste de la solidité suffisante pour de telles opérations et subirent de nombreuses avaries.

Port de Rouen.

Pendant l'hiver de 1890—1891 le port maritime de Rouen ne fut embâclé sur aucun point, mais il n'en fut pas de même du port fluvial où les glaces provenant d'amont tendaient à former des embâcles en différents points et en particulier, en amont du pont Boïeldieu et du pont de Brouilly; de plus les bassins au bois et au pétrole furent pris sur une assez grande épaisseur (Pl. XII).

Les embâcles dans le port fluvial étant de nature, non seulement à gêner la navigation fluviale, mais à mettre cette batellerie en danger ainsi que les ponts, au moment de la débâcle générale de la Seine, on a employé des bateaux à vapeur armés pour les faire disparaître au fur et à mesure de leur formation.

Quant aux glaces du bassin au bois qu'il convenait d'utiliser pour garer le matériel de la batellerie fluviale, et du bassin à pétrole dont l'entrée et la sortie devaient rester libres, on put les dégager en coupant la glace à la pioche par tronçons réguliers et de grande surface, qu'on remorquait jusque dans le chenal, en ayant soin de les briser avec le remorqueur avant de les abandonner au courant (1).

Pendant l'hiver de 1890—1891, aucun embâcle ne s'est produit sur la Seine en aval de Rouen, sauf vis-à-vis de Caumont en un point rétréci de la rivière.

Cet embâcle dû vraisemblablement aux travaux de déglacage poursuivis avec trop d'activité dans le port de Rouen et le bief amont, et qui, pour cette cause, durent être suspendus momentanément, n'empêchait pas le passage des navires de mer. Toutefois comme elle eut pu produire ce résultat en cas de persistance du froid, elle fut attaquée par l'aval au moyen de bateaux à vapeur, pendant le jusan, de manière à assurer l'écoulement des glaçons vers l'aval à l'aide du courant.

Les dépenses faites par le port de Rouen par ces travaux de déglacage se sont élevées à fr. 4000 en nombre rond.

CONCLUSION.

Il résulte, des différents exemples, que nous venons de donner, d'opérations de déglacage exécutées sur la basse Seine, pendant l'hiver rigoureux de 1890—1891, que l'ouverture d'un chenal peut être exécutée dans des couches de glace de 0,50 m. d'épaisseur et dans des embâcles ou banquises atteignant 3,00 m. d'épaisseur en ayant recours, soit à des bateaux brise-glace soit à des explosifs, soit au sciage, soit à l'emploi simultané de ces divers procédés; mais que le dégagement du chenal ne saurait être assuré d'une

(1) Le service du port de Rouen, possède actuellement un fort remorqueur de 300 ch. «L'Edouard Lavoigne» qui peut être pourvu d'un masque protégeant son étrave et qui suffit pour briser les glaces sans avoir recours à la pioche.

manière efficace et sans avoir à y revenir constamment, que si ces opérations sont faites au moment où la température tendant à se relever le dégel est proche.

Quant à la dépense à prévoir pour des opérations de cette nature, comme elles sont extrêmement variables, suivant les circonstances locales, elles ne sauraient être précisées, mais il semble, autant, que l'on peut en juger pour les quelques expériences citées, que les procédés basés sur l'emploi de moyens mécaniques tels que les bateaux brise-glace et notamment la scie, peuvent conduire à des résultats plus économiques et aussi rapides, avec une organisation convenable que ceux basés sur l'emploi d'explosifs.

Ces derniers ont, toutefois, leur emploi indiqué lorsqu'il s'agit de disloquer rapidement des couches épaisses de glaçons plus ou moins soudés formant banquises ou embâcles, et menaçant des ouvrages d'art mais à la condition d'employer simultanément des bateaux et des équipes d'ouvriers pour assurer le morcellement et l'écoulement des glaçons produits par les explosions.



Inscriptions des Planches. Inschriften der Zeichnungen. Description of the Plates.

PLANCHE I.	BLATT I.	PLATE I.
Températures minima observées chaque jour pendant la période de glaces de 1890—1891. Années. — Mois. — Jours.	Während der Eisperiode 1890/91 täglich beobachtete Minimal- temperaturen. Jahr. — Monat. — Tag.	Minimum temperatures observed every day during the period of ice, 1890—1891. Years. — Months. — Days.
PLANCHES II, VI, VIII, IX, XII.	BLATT II, VI, VIII, IX, XII.	PLATES II, VI, VIII, IX, XII.
Rivière libre. „ prise. „ embaclée.	Offenes Wasser. Zugefrorene Strecken. Eisstand.	Open water. River covered with floating ice. River covered with masses of ice.
PLANCHE III.	PLATT III.	PLATE III.
Bechot normand employé comme brise-glace en amont des ponts d'Asnières. Plan. Élévation. Tôle. Détails du plat-bord. Coupe suivant a... b. Bordage et fond. Chêne. Râbles de 0,8 au milieu. Sommiers. Epaisseur.	Normännischer Kahn, welcher ober- halb der Brücken von Asnières als Eisbrecher benutzt wurde. Flächenriss. Längsschnitt. Eisenplatte. Darstellung des Dahlbords. Querschnitt in der Linie a... b. Bordwände und Boden. Eichenholz. Bodenstücke von 0,8 in der Mitte. Mittelbalken. Dioke.	Norman wherries employed as ice- breakers above the bridges of Asnières. Projection. View. Sheet iron. Details of the gunwale. Section following a... b. Planking and bottom. Oak. Bottom bars 0.8 in the middle. Cross bars. Thickness.
PLANCHE IV.	BLATT IV.	PLATE IV.
Déglaçage de la Seine, en amont des ponts d'Asnières. Croquis indiquant la disposition des explosifs. Embâcle. Couche peu épaisse. Banquise. Partie déblayée à l'aide de bateaux.	Enteisung der Seine oberhalb der Brücken von Asnières. Die Vertheilung der Sprengla- dungen. Eisstand. Dünnes Eis. Eisbank. Mittels Schiffen enteister Theil.	Clearing of ice from the Seine above the bridges of Asnières. Sketch indicating the arrangement of explosives. Ice-floe. Thin covering. Bank of ice. Portion cleared by means of boats.
PLANCHE XI.	BLATT XI.	PLATE XI.
Déglaçage de la dérivation d'Am- freville. CAMÉRÉ.	Enteisung des Seitenarmes von Amfreville.	Clearing of ice from the branch- stream of Amfreville.

Détail de la répartition des charges sur chaque tringle.	Anbringung der Sprengladungen auf Leisten.	Particulars respecting the distribution of charges on each rod.
Cordeau détonant.	Zündschnur.	Fuse.
Dispositif comprenant six tringles.	Zusammenstellung von sechs Leisten.	Plan consisting of six rods.

PLANCHE V.

BLATT V.

PLATE V.

Bateau à vapeur „Jeanne” à deux hélices.	Der zweischraubige Dampfer „Jeanne”.	Steamboat „Jeanne”, two screws.
Plan d'ensemble.	Flächenriss.	General horizontal projection.
Coupe horizontale.	Wagerechter Schnitt.	Horizontal section.
Cornière.	Winkleisen.	Angle-iron.
Blindage en madriers de chêne.	Deckwerk aus Eichenbohlen.	Covering of oak joists.
Elévation longitudinale.	Längsschnitt.	Longitudinal elevation.
Dessus du pont, le bastingage enlevé.	Deck nach Abnahme der Schanzkleidung.	Above the deck, netting removed.
Elévation vue d'avant.	Vorderansicht.	Elevation, front view.
Dessus du bastingage.	Obertheil der Schanzkleidung.	Above the netting.
Elévation latérale.	Seitenansicht.	Elevation, side view.
Nez du vapeur.	Nase des Schiffes.	Bow of the steamer.

PLANCHE VII.

BLATT VII.

PLATE VII.

Fig. 1. Chenal ouvert au moyen de chapelets de cartouches réunis par un cordeau détonant.	Fig. 1. Rinne, geöffnet mittelst Patronenkränzen, welche durch Zündschnüre unter einander verbunden.	Fig. 1. Channel opened by means of a row of cartridges united by a fuse.
Fig. 2. Entonnoirs produits par des charges descendues dans des forages creusés dans la glace.	Fig. 2. Trichter, erzielt durch Ladungen, welche durch in das Eis gemachte Bohrlöcher versenkt wurden.	Fig. 2. Holes produced by charges placed below the ice.
Fig. 3. Dispositif d'explosifs avec forages et rainures latérales.	Fig. 3. Seitliche Einschnitte und Bohrlöcher mit Sprengladungen.	Fig. 3. Plan of explosives with borings and side-grooves.
Rainure pratiquée à la hache.	Mit der Axt gemachter Einschnitt.	Groove formed with axe.
Fig. 4. Soie à pierre tendre.	Fig. 4. Säge für weichen Stein.	Fig. 4. Soft stone saw.
Dents.	Zähne (der Säge).	Teeth.
Fig. 5. Hache.	Fig. 5. Axt.	Fig. 5. Axe.
Fig. 6. Dispositions des opérations d'une tranchée à la soie.	Fig. 6. Anordnung der Arbeiten zur Öffnung einer Rinne mittelst der Säge.	Fig. 6. Arrangement for opening a channel by means of saws.

PLANCHE X.

BLATT X.

PLATE X.

Bachot normand employé comme brice-glaces dans la dérivation d'Amfreville.	Auf dem Seitenarme von Amfreville als Eisbrecher benutzter normännischer Kahn.	Norman wherry employed as ice breaker in the branch river of Amfreville.
Plan supérieur (le plancher enlevé).	Obere Ansicht (nach Wegnahme der Dielung).	Upper section (floor removed).
Blindage en tôle.	Verkleidung mit Eisenplatten.	Covering with sheet-iron.
Coupe.	Schnitt.	Section.

PLANCHE XIII.

remorqueur „Hirondelle”.
 Installation du brise-glace.
 Élevation du remorqueur.
 Coupe en maître-bau.
 Pour les autres inscriptions, voir
 les traductions „Planche V”).

BLATT XIII.

Der Schleppdampfer „Hirondelle”.
 Anbringung des Eisbrechers.
 Längsschnitt des Schleppdampfers.
 Durchschnitt im Hauptspant.
 (Die übrigen Ausdrücke siehe
 Uebersetzung zu Blatt V).

PLATE XIII.

Tug „Hirondelle”.
 Fitting up of the ice-breaker.
 Plan of the Tug.
 Section amidships.
 (For other descriptions, see trans-
 lation of Plate V.)

Inscriptions souvent répétées.

Arrage.
 Chelle.
 Cluse.
 Crnière.
 Cupe.
 ôle.

Oft wiederholte Inschriften.

Wehr.
 Maasstab.
 Schleuse.
 Winkelleisen.
 Schnitt (Länge-, Querschnitt).
 Eisenplatten (Eisenblech).

Words frequently repeated.

Dam.
 Scale.
 Sluice (also lock).
 Angle-iron.
 Section.
 Sheet-iron.

Années..

Mois

Novembre

Jours

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

+ 10°

+ 5°

0

- 5°

- 10°

- 15°

Années

Mois

Novembre

Jours

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

+ 10°

+ 5°

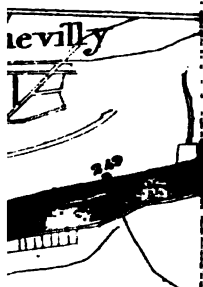
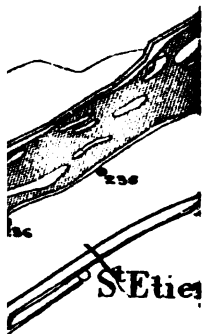
0

- 5°

- 10°

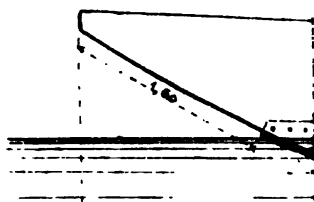
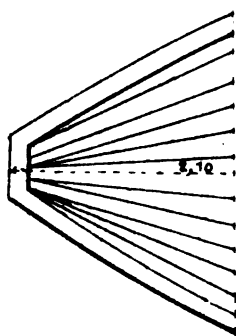
- 15°







V.



28
70

Détail

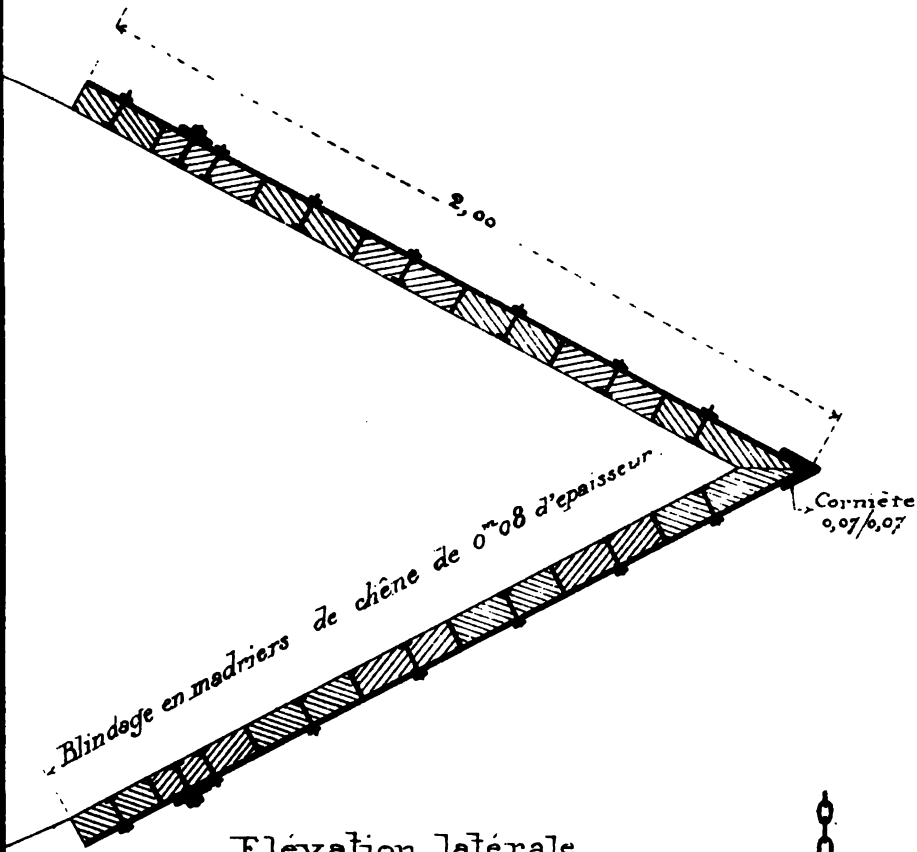
(Ech



DETAILS DU BRISE GLACE.

(Echelle de $\frac{1}{20}$)

Coupe horizontale



Élévation latérale

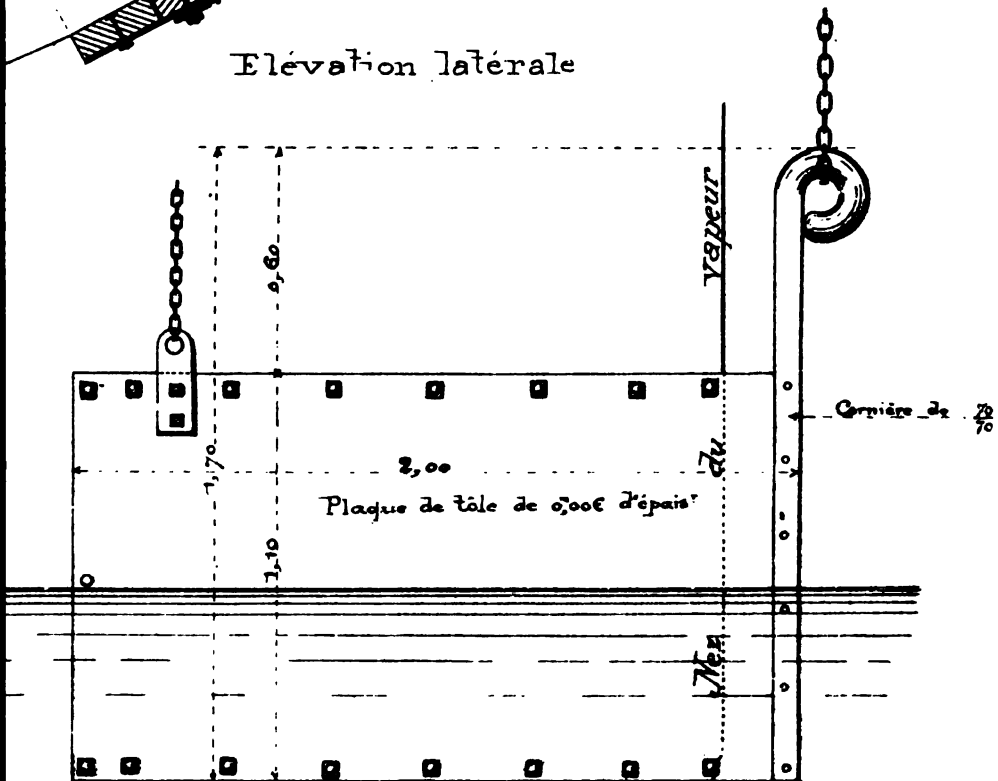


fig 4
Scie à pierre tendre

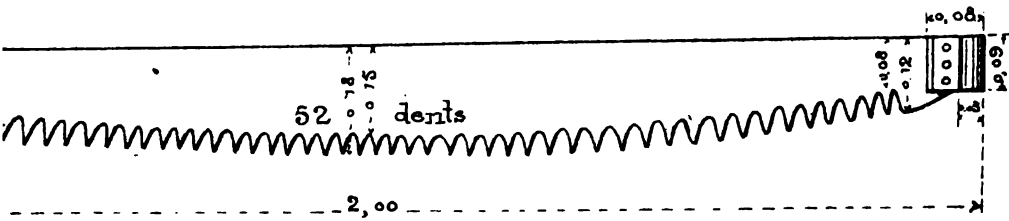


fig 5
Hache

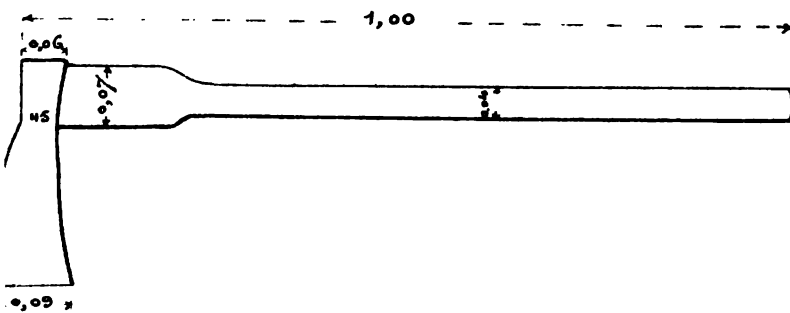
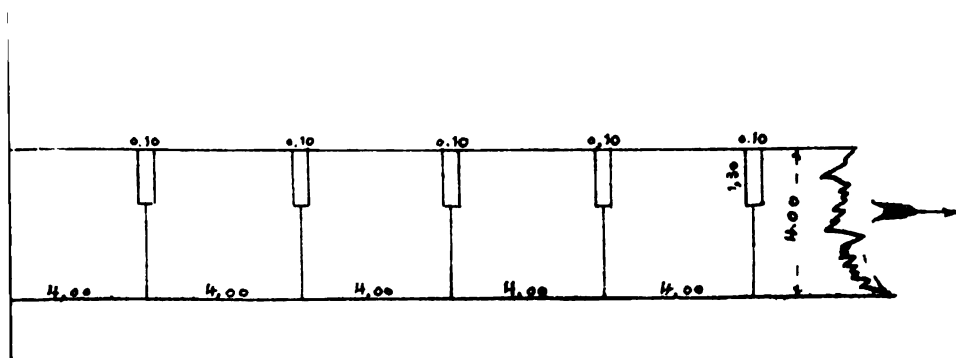
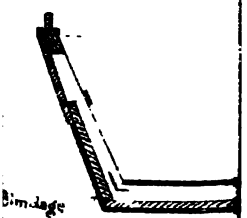
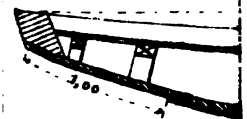
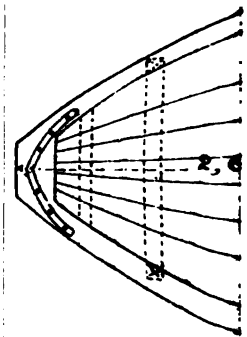


fig 6.

ation des opérations pour l'ouverture d'une tranchée à la scie





11

12

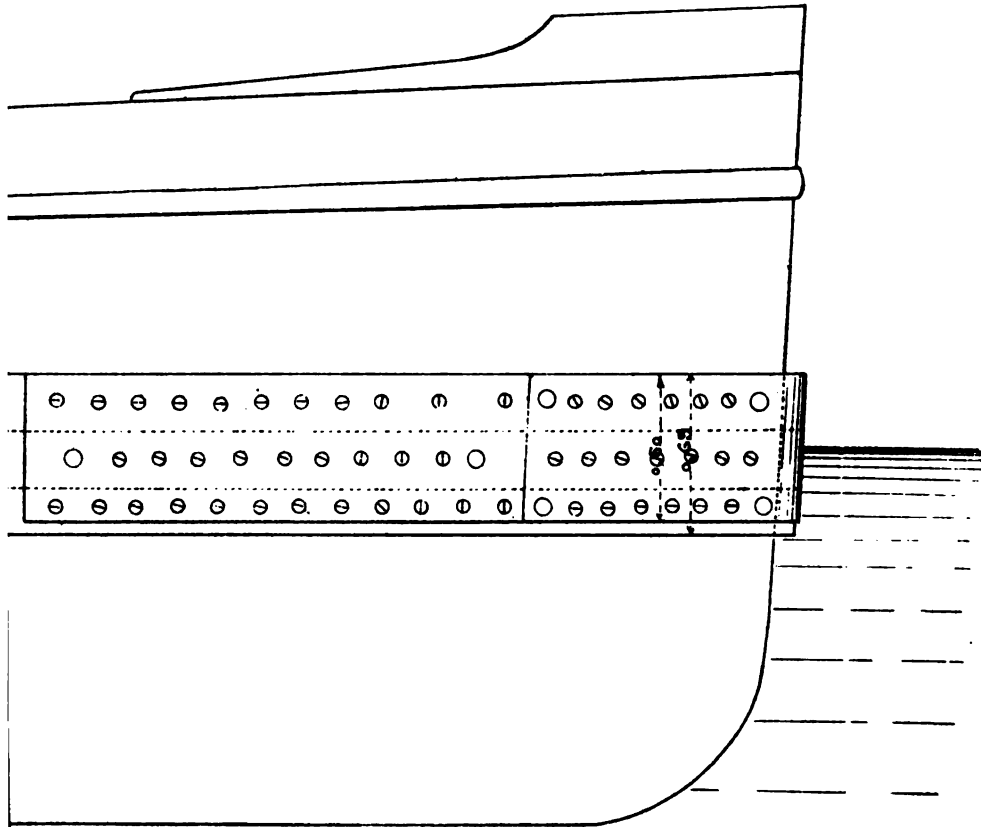
13

14

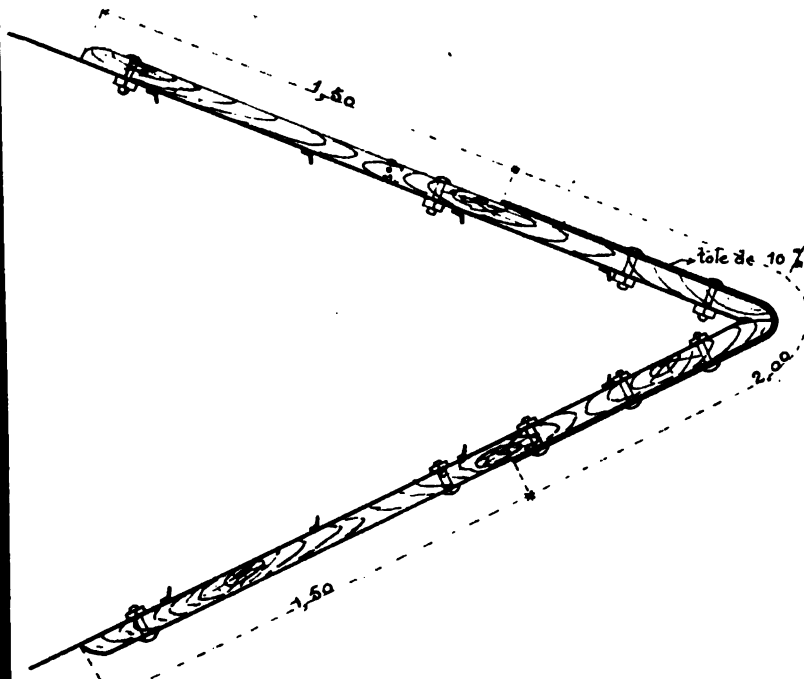
15

Détails du brise glace (Echelle de $\frac{1}{25}$)

Elévation



Coupe horizontale



Sixième Congrès international de Navigation intérieure

LA HAYE. 1894.

**Divers systèmes et procédés pour briser et évacuer les
glaces. — Bateaux brise-glace. — Matières explo-
sives etc. — Résultats réalisés. — Prix de construction
du matériel nécessaire. — Dépenses d'exploitation.**

R A P P O R T

PAR

M. P. RIGAUX,

Ingenieur en chef des Ponts et Chaussées.

Divisions du rapport.

Les procédés pour briser les glaces, les engins utilisés ainsi que les occasions d'emploi diffèrent suivant qu'il s'agit des canaux, des rivières de l'intérieur d'une part, des canaux maritimes, des parties maritimes des fleuves et des ports de mer d'autre part. Le présent rapport comporte par suite deux divisions principales basées sur cette considération. — Nous avons cru devoir comprendre les canaux et rivières navigables dans le même chapitre, uniquement parce que ces voies sont de même nature et bien qu'elles se trouvent dans des conditions bien différentes au point de vue dont on s'occupe.

CHAPITRE I.

CANAUX ET RIVIÈRES NAVIGABLES.

Divers systèmes pour briser et évacuer les glaces.

Les divers systèmes employés sur les canaux sont les suivants :

- a. Courants d'eau de rivière.
- b. Variations de niveau.
- c. Emploi de bateaux de service armés en brise-glace.
- d. Brise-glace spéciaux.
- e. Explosifs.
- f. Hache et égoïne.

Courants d'eau.

Les courants doivent être utilisés surtout dans les *canaux* où il existe des ouvrages permettant d'introduire l'eau des cours d'eau et d'autres ouvrages pour évacuer les eaux refroidies. Généralement les eaux de rivière sont préférables à celles des ruisseaux; en tous cas, il faut se garder d'introduire des eaux provenant de fonte de neiges. Ces courants sont fort utiles pour annihiler l'effet des gelées peu intenses qui souvent précèdent ou suivent les grands froids; ils peuvent suffire tant que la température ne descend pas au-dessous de 6 à 7° centigrades.

Les courants servent encore à préparer l'opération des brise-glaces en usant et en amollissant la glace et aussi à hâter l'usure des glaçons, aussi bien par la fusion que par les froissements qu'ils leur font subir dans leur progression. Les courants servent aussi à opérer au besoin l'évacuation des glaçons.

Ce procédé est donc très utile dans différentes circonstances, et présente le grand avantage de ne rien coûter, mais il constitue plutôt un adjuvant et l'action en est très limitée.

Variations de niveau.

En même temps qu'on provoque des courants, on fait souvent varier les niveaux des biefs; on obtient ainsi des effets plus énergiques pour résister aux petites gelées hâtives ou tardives, et aussi pour retarder la prise aux débuts des grands froids. L'opportunité de ce procédé est plus discutée quand il s'agit de l'appliquer aux glaces épaisses. — Certains ingénieurs lui reprochent d'occasionner des détériorations dans les berges, de compromettre la solidité de certains ouvrages, des digues mal assises, etc., tout en ne provoquant que peu de fissures dans la glace. En tous cas, il faut, pour obtenir un résultat, des oscillations répétées, brusques, fortes (de 0 m. 40 à 0 m. 50).

A la suite d'un accident, le canal de Neuffossé ayant été envahi par les eaux de la Lys, le niveau s'en est brusquement élevé à 0 m. 60 au-dessus de la tenue normale pour retomber 6 heures après, par suite de tirages énergiques, à 0 m. 40 au-dessous de cette tenue: les glaces, fortes de 0 m. 20 à 0 m. 25, ont été complètement disloquées, et il a été inutile d'employer un autre mode de cassage.

Dans certains services, on se contente pour toute variation, de remettre à son niveau le plan d'eau qui a été baissé avant les gelées: de cette façon, la nappe de glace se détache de la rive sans la dégrader, et en reste séparée par un certain intervalle; il en résulte que la glace se divise plus facilement sous l'action du brise-glace et l'engin lui même passe plus facilement, les coincements de la glace entre le brise-glace et la rive étant rendus moins fréquents. Cette précaution est à recommander

de préférence aux variations répétées de hausse et de baisse quand les rives sont susceptibles de se détériorer.

En résumé, le procédé de variations de niveau n'a encore qu'une action limitée, et il est souvent impossible à appliquer en raison de la présence de bateaux chargés dans les biefs, du défaut de stabilité de certaines digues ou des dégradations qu'il est susceptible d'occasionner aux berges.

Bateaux de service aménagés en brise-glace.

Quand les courants et les variations de niveau ne peuvent plus suffire, on doit avoir recours à la fragmentation par les brise-glace. C'est le seul procédé efficace.

On emploie, à cet effet, parfois des bateaux servant au transport des dragages ou des matériaux, margotats et toues, dont l'avant et l'arrière, ou l'avant seulement sont en plan peu incliné sur l'horizontale; parfois on a accolé ces bateaux pour obtenir une piste plus large. Les bateaux dont l'avant est à paroi fortement inclinée sont munis d'un solide avant-bec en charpente (Voir Planche N^o. 1) en saillie, dont la face inférieure, munie de plates-bandes en fer formant glissière, est légèrement inclinée sur l'horizontale, et vient buter contre le bas de la face avant du bateau; — la face supérieure de l'avant-bec, qui se réunit à l'avant en biseau avec l'inférieure, est également constituée par un châssis en charpente solidement relié avec le premier, et reposant sur l'arête antérieure et sur le plat-bord du bateau.

Quand l'avant du bateau est disposé en plan peu incliné sur l'horizontale, on se contente d'appliquer, contre le dessous, un châssis en charpente revêtu de bandes de fer et suspendu par des chaînes aux billes d'amarre et à deux poutrelles inclinées placées longitudinalement, appuyées sur l'avant du bateau qu'elles dépassent, et fixées solidement aux membrures et à l'avant du bateau.

Ailleurs, on se contente de protéger le fond par 3 ou 4 rangées longitudinales de fers à T se prolongeant, en se rapprochant, jusqu'aux extrémités; dans certains cas, on a augmenté l'épaisseur de la coque. Il est bon de renforcer également les membrures, car les bateaux fatiguent beaucoup à ce travail. Actuellement, avec ces derniers engins, on s'arrête aux épaisseurs de 0 m. 15 à 0 m. 20; il serait facile de dépasser cette limite d'épaisseur de glace.

Les bateaux armés sous le fond comme sous l'avant semblent posséder une action plus efficace que ceux qui sont munis d'un avant-bec ou d'un bouclier à l'avant; en effet, les premiers peuvent avoir sans inconvénient la partie antérieure du fond montée sur la glace et, dans cette position, l'action de cisaillement est plus énergique.

Les avant-becs, châssis, armatures, adaptés aux bateaux de service pour les transformer en brise-glace occasionnent une dépense variant de 150 à 750 fr.

Brise-glace spéciaux.

Nous ne connaissons de brise-glace spéciaux que ceux du type décrit dans le traité de navigation intérieure de M. l'Inspecteur Général GUILLEMAIN, Tome II. Page 398 (Voir Pl. 2) et dont l'emploi commence à s'étendre sur diverses voies navigables importantes. Ces bateaux, dans les conditions où on les a établis récemment pour certains services, pèsent de 4 à 5 T. à vide et portent 2200 K. de lest à l'arrière; ils sont larges de l'avant (2 m. 60), en pointe à l'arrière; l'avant et l'arrière sont relevés. Grâce à ces formes, ils s'élèvent facilement sur la glace en même temps que le poids est reporté sur la partie qui a fonction de briser. En plan, la largeur de l'engin va en décroissant à partir de l'amont, ce qui en rend le coïncement dans les glaces plus difficile.

L'avant est protégé aux angles par des poteaux, à la flottaison par une moustache robuste; le bordé a une épaisseur de 5 mm. sur les côtés et de 7 mm. au fond; le fond inférieur est muni au milieu d'un fer à T robuste dépassant l'avant, recourbé à son extrémité antérieure, et de 2.40 m. environ de longueur. Ce fer à T est destiné à faciliter le mouvement de roulis et à porter toute l'action du brise-glace sur un seul point. Le fond du bateau est encore protégé par 4 ou 2 bandes de fer disposées dans le sens longitudinal et régnant sur tout ou partie de la longueur.

On peut faire construire actuellement un pareil brise-glace pour 2000 fr., rendu en un point voisin de l'atelier de construction.

Il y aurait avantage, à l'effet de permettre au brise-glace de s'incliner plus facilement pour monter sur la glace tout en l'empêchant de trop s'y engager, de lui donner à l'arrière des formes plus élégies dans les plans inférieurs et plus pleines dans les plans horizontaux supérieurs.

Mode d'emploi des Brise-glace.

Pour la manœuvre, on charge généralement le bateau à l'arrière afin qu'il agisse autant que possible comme une grande cisaille dont l'axe de rotation serait à l'arrière. — Cette manière de faire fonctionner le brise-glace n'a plus de raison d'être suivie exactement dans les mêmes conditions pour les bateaux munis d'un avant-bec ou d'un chassis brise-glace à l'avant. Il ne faut pas que ces bateaux s'inclinent et s'avancent assez sur l'arête de glace pour s'y engager le fond parce que ce fond n'est pas protégé. — Ces derniers bateaux brisent la glace par le poids de l'avant; — dans ces conditions le lest de l'arrière doit être moins important; dans certains services même, c'est l'avant qu'on charge.

Des hommes se mettent généralement au nombre de 4 à 8 le long du bordage de chaque côté et donnent au bateau un violent mouvement de roulis.

Ce n'est que tout à fait exceptionnellement, pour les brise-glace de

petite dimension et pour les faibles épaisseurs de glace, qu'on se sert d'hommes pour la traction. Les chevaux vont, soit au petit trot, soit à l'allure la plus rapide que le pas puisse permettre, avec autant de poses qu'il est nécessaire pour ne pas surmener les chevaux que ce travail fatigue beaucoup. On met de 2 à 24 chevaux par brise-glace, suivant la force de l'engin et l'épaisseur de la glace; généralement on ne dépasse pas de 10 à 15 chevaux: quand les attelages deviennent plus nombreux, l'effet utile produit par chaque cheval s'amoindrit beaucoup et la manœuvre devient difficile; aussi certains ingénieurs estiment-ils qu'on ne doit jamais aller au delà de 15 chevaux. — C'est cette considération qui limiterait la puissance des types de brise-glace et comme, d'un autre côté, parmi les types actuellement employés, un certain nombre comportent 15 chevaux au moins, il semble qu'il n'y ait pas lieu de chercher à faire des types plus puissants que les plus forts de ceux construits jusqu'à présent.

Recherche du Type à adopter.

Les bateaux de service aménagés en brise-glace ont jusqu'à ce jour été employés à d'aussi fortes besognes que les brise-glace spéciaux; il n'est pas douteux cependant que ces derniers ne soient d'un emploi plus sûr, plus commode et plus efficace. Néanmoins, le besoin des engins spéciaux ne serait tout à fait indiqué que pour les voies où il y a un intérêt de premier ordre à diminuer la durée des chômages d'hiver. Il est d'ailleurs à remarquer que d'une façon générale l'existence d'une glace épaisse et dure implique une température qui est déjà devenue ou qui n'a pas encore cessé d'être rigoureuse, et qu'un engin très puissant opérant à pleine force n'arriverait à casser la glace que pour que les morceaux s'en ressoudent de suite.

Aussi presque partout peut on s'en tenir aux bateaux de transport aménagés en brise-glace, qu'on peut entre temps utiliser aux usages ordinaires du service au lieu d'être forcé à les laisser immobilisés comme les brise-glace spéciaux en dehors des périodes très limitées de leur utilisation au déglacage des canaux.

D'ailleurs, tandis que pour une dépense de 500 fr. environ on peut aménager un bateau de transport en brise-glace ou même faire construire de petits batelets pouvant servir de brise-glace, un brise-glace spécial coûte au moins 2000 fr.

Circonstances où l'emploi des Brise-glace se motive.

L'emploi des brise-glace est généralement inutile sur les rivières canalisées ayant nettement le caractère de rivières et non pas de canaux. Sur ces rivières, en effet, la glace est vite emportée par la débâcle et ne risque pas de rester longtemps en place, comme sur l'eau tranquille et refroidie

des canaux. D'autre part, sur beaucoup de rivières les retenues sont tendues au moyen de barrages mobiles qu'on ne peut relever qu'autant qu'ont passé toutes les glaces, non seulement de la rivière, mais encore des affluents. Donc d'une façon générale, on travaillerait en pure perte à débarrasser les rivières. D'autre part l'emploi des brise-glace sur les rivières est presque toujours impossible, en raison de ce qu'il ne s'agit plus, comme dans les canaux, d'une nappe régulière de glace, mais le plus souvent, d'amas de glaçons soudés les uns aux autres en épaisseurs variables, mais le plus souvent très fortes. D'autre part, quand la rivière est large, aux points où le chenal s'éloignerait de la rive ou changerait de bord, la traction serait ou difficile ou impossible ; il faudrait en pareil cas un vapeur comme dans les parties maritimes des fleuves ; mais, soit faute de pouvoir disposer d'un vapeur suffisamment robuste, soit inutile reconnue de tout moyen d'action pour rétablir la navigation, il ne nous a été cité aucun cas sur les rivières de l'intérieur où l'on se soit servi d'un vapeur pour les débarrasser des glaces.

Sur les canaux, au contraire, l'emploi des brise-glace qui ne s'est développé que depuis un petit nombre d'années, semble devoir être appelé à s'étendre, à commencer par les voies importantes. Grâce à l'emploi de ces engins, on est sûr de franchir sans arrêt les périodes passagères des gelées hâtives ou tardives ; d'autre part, on peut gagner quelques jours sur les débuts des froids vifs et persistants, et surtout avancer de près de 8 jours la reprise de la navigation au moment du grand dégel. Il est difficile d'indiquer la limite à laquelle l'emploi des brise-glace doit se terminer : la question dépend non seulement de l'importance, mais aussi de la nature de la circulation pendant l'hiver. — D'ailleurs, au fur et à mesure que l'intérêt des déglacages diminue, comme on peut alors, en tardant d'intervenir, ne s'attaquer qu'à des glaces moins résistantes, on peut restreindre l'importance des bateaux appropriés en brise-glace, et par suite diminuer les dépenses de l'appropriation et celles de la manœuvre. Dans ces conditions, eu égard au prix peu élevé de l'appropriation, il semble qu'on ne doive laisser que peu de canaux susceptibles de geler, sans les munir de brise-glace, et qu'il doive suffire pour le faire, de faibles probabilités d'utilisation. Il semble que cette manière de voir soit dans la tendance plus que jamais à l'ordre du jour, qui pousse à rechercher et à appliquer avec soin toutes les mesures susceptibles de donner au public des satisfactions motivées.

Sur les voies secondaires, même quand l'intérêt général de la circulation n'est pas en jeu, qu'il s'agit seulement de quelques rames isolées de bateaux désireux de partir et qu'on peut facilement dégager, un brise-glace n'est pas inutile ; il semble qu'on doive dans ce cas fournir aux bateaux la voie libre, mais cette fois en réclamant des mariniers intéressés leur concours en hommes et en chevaux, nécessaires pour l'opération. — Dans les autres cas, quand l'intérêt général est en jeu, qu'il

s'agit d'une voie importante à réouvrir au transit ou d'une voie à trafic intérieur prédominant, mais où de nombreux bateaux attendent sur toute la longueur de la voie navigable, la mise en marche paraît devoir s'opérer uniquement aux frais du service. D'ailleurs, dans ce dernier cas, généralement les mariniers ont conscience de la situation, et non seulement ils refusent tout concours, mais encore ils font payer assez cher celui qu'ils consentent à prêter.

Dépenses. — Les dépenses de déglacages par brise-glaces sont extrêmement variables suivant les engins employés, l'épaisseur et la dureté de la glace. On peut dire toutefois, en écartant les résultats extrêmes, qu'on dépense de 0,001 fr. à 0,006 fr. par m². pour des épaisseurs variant de 0,05 m. à 0,30 m. — Les prix extrêmes qui nous ont été indiqués en dehors de ces limites sont : 0,0005 fr. et 0,023 fr.

Déglacages par explosifs.

Matières explosibles. — Choix. — Mise en œuvre. — Résultats. — Quantités usées par mètre superficiel ou par mètre cube de glace.

On emploie la mélinite ou la dynamite. La dynamite est plus facile à se procurer, mais l'emploi de la mélinite offre plus de sécurité. On n'a pas remarqué que les effets produits par les deux explosifs fussent bien différents. Ce sont les agents du service ou des détachements de soldats du Génie qui les mettent en œuvre ; les agents de la navigation ont presque tous l'habitude de l'usage de la dynamite ; les détails généraux de l'emploi de ces explosifs sont connus ; l'exposé de ces détails ne rentre pas dans le cadre du présent rapport. Il suffira de mentionner que dans les cas fort rares où on s'est servi d'explosifs sur les canaux, on l'a fait dans le but de faciliter le passage des brise-glaces : dans ce cas, on a commencé par détacher complètement la glace des rives par une rainure longitudinale pratiquée à la hache, parfois on a divisé en outre la longue bande de glace ainsi formée, en panneaux d'environ 7,00 m. de long ; dans l'un et l'autre cas, les cartouches étaient placées de 1 m. à 2 m. sous l'eau ; on arrivait ainsi à débiter la glace. Les explosions sous l'eau déterminent parfois sur le fond de la cunette des entonnoirs et pourraient être dangereuses par l'ébranlement qu'elles produisent, dans les parties où les digues ne sont pas parfaitement assises.

L'emploi de la dynamite placée sur la glace n'a produit aucun résultat, le fait est d'ailleurs bien connu ; on a voulu perfectionner ce procédé en mettant les cartouches à faible distance l'une de l'autre dans les rainures pratiquées à la hache découpant des rectangles à la surface, on a obtenu des résultats un peu meilleurs, mais le procédé n'est pas pratique pour de grandes surfaces.

D'une façon générale, l'emploi des explosifs est coûteux et n'est pas applicable aux canaux ; on paraît y avoir renoncé. Tout au plus peut-on

en tolérer l'usage dans les parties d'épaisseur exceptionnelle comme dans certaines larges où la glace a plus de 0.50 m., mais encore dans ce cas paraît-il plus pratique de diviser la glace au moyen de la hache ou de la scie à main (égoïne).

Déglaçages en rivières par explosifs. — En rivière, on n'emploie généralement pas les explosifs pour hâter la reprise de la navigation, mais seulement pour faire disparaître les embâcles qui présentent des dangers pour les ouvrages d'art ou pour les localités riveraines. Nous n'avons donc pas à nous occuper ici du cas dont il s'agit; néanmoins nous citerons un exemple qui fournit les données les mieux établies au sujet des quantités d'explosif nécessaires pour opérer le déglacage. Le fait s'est produit sur une rivière navigable: on a jugé nécessaire de faire disparaître une nappe de glace sur la Meurthe qui menaçait de provoquer un embâcle à l'aval de Nancy. — Cette nappe, de 0,30 m. d'épaisseur, présentait une surface de 30 000 m². et par suite un cube de 9 000 m³. On l'a fait sauter à la mélinite avec le concours d'un détachement de soldats du Génie, et on n'a employé que 6,615 K. d'explosif soit 0,22 g. par m². ou 0,73 g. par m³. de glace. La dépense de déglacage, tout compris, a été de 0.012 fr. par m². ou de 0,040 fr. par m³. de glace; mais dans d'autres cas sur les canaux, on a dépensé 5—6 et 8 gr. de dynamite pour une épaisseur allant jusqu'à 0,45 m.; on est même allé jusqu'à 25 gr. dans un cas pour de la glace ayant de 0,25 m. à 0,35 m. d'épaisseur.

On ne doit pas s'étonner de voir de pareils écarts, si l'on songe que l'on a beaucoup tâtonné dans l'application des explosifs, et que l'on a appliqué au début des procédés qui dépensaient beaucoup sans grande efficacité.

Emploi de la hache et de l'égoïne.

La hache, et peut être mieux l'égoïne qui n'éclabousse pas les ouvriers, n'est employée que dans des cas restreints: pour débiter de fortes épaisseurs inattaquables par le brise-glace (dans les larges), ou encore pour opérer dans les points où l'emploi du brise-glace serait impossible ou présenterait des inconvénients, dans les parties par exemple où sont rangés des bateaux qui pourraient être blessés par les réactions violentes que le brise-glace fait éprouver aux glaçons brisés. On peut encore employer les instruments dont il s'agit aux abords des ouvrages d'art.

Résumé et conclusions.

Le déglacage opéré dans le but spécial de restreindre la durée des chômages par la gelée ne se pratique guère que sur les canaux et sur quelques rivières qui peuvent leur être assimilées.

Les courants et les variations de niveau ne sont que des moyens insuffi-

sants, ils sont néanmoins utiles en leur temps, et favorisent d'ailleurs l'emploi des brise-glace. Les brise-glace fournissent le procédé réellement efficace de déglacage et peuvent briser une épaisseur allant jusqu'à 0,30 m. Il suffit dans la plupart des cas de bateaux de service spécialement armés à cet effet, mais susceptibles néanmoins de servir encore aux transports.

Le déglacage dont la nécessité ne fait nul doute sur les voies importantes et qui doit alors incomber au service, semble devoir s'étendre aux voies secondaires dès qu'un intérêt collectif, même momentané, le réclame, à la condition, dans ce cas, que les mariniers offrent gratuitement leur concours en hommes et en chevaux : dans ces conditions en effet, les dépenses de 1^{er} établissement étant pour leur part très peu élevées, celles d'exploitation sont à peu près nulles ; mais il faut avoir soin de proportionner les moyens, et par suite la dépense d'appropriation, au but à atteindre.

Les explosifs constituent un procédé peu pratique de déglacage sur les canaux ; il faut les réserver à la dislocation des embâcles épais et dangereux pour la sécurité des localités et des ouvrages.

La hache et l'égoïne ne peuvent avoir qu'un usage très restreint ; ces instruments peuvent cependant remplacer souvent la dynamite pour les épaisseurs exceptionnelles sur les canaux.

CHAPITRE II.

CANAUX MARITIMES. — PORTS SUR LES PARTIES MARITIMES DES FLEUVES. — PORTS MARITIMES.

Canal maritime de la Basse-Loire.

Par les froids vifs (-13°) mais non persistants de l'hiver 1893—1894, le mouvement des navires a pu réduire l'action du froid à la formation d'une glace de 5 m.m. seulement qui n'a nullement entravé la navigation. Par les froids persistants, les moyens suivants ont été employés pour éviter l'arrêt des navires. En ce qui concerne les sas, on a laissé la communication libre avec la Loire pour profiter du jeu des marées ; mais cette précaution n'a pas été suffisante, les variations étaient trop lentes ; il a fallu briser la glace avec des remorqueurs dans les sas et les chenaux d'accès.

Entre les écluses, dès que l'eau a commencé à se congeler, on a fait parcourir le canal par 2 remorqueurs, puis par 3, jour et nuit. Tant que la température n'est pas descendue au-dessous de -7° , le soudage des glaçons n'a pas empêché la navigation, mais dès que le thermomètre s'est abaissé à -10° et au-dessous, on a dû adjoindre aux remorqueurs deux chalands à soupape en fer, accouplés angulairement de façon à occuper à l'arrière une largeur de 18 m. ; une forte pièce de bois maintenait l'écartement à l'arrière et l'avant était revêtu d'une tôle d'acier ; l'appareil ainsi constitué attelé à 2 remorqueurs a été utilisé à émietter les glaces après qu'elles avaient été brisées par les remorqueurs, et le passage continu de

l'appareil empêcha les morceaux de se ressouder. On espérait rejeter les glaces sur les rives, ce résultat ne fut pas réalisé; peut être eût-on pu l'obtenir en remplaçant la paroi verticale extérieure des chalands par une paroi en soc de charrue. Toujours est-il que pendant l'hiver 1892—1893, le premier rigoureux qu'ait eu à subir le canal, le procédé décrit ci-dessus a suffi pour assurer constamment la navigation.

La dépense occasionnée par le cassage des glaces sur le canal maritime pendant l'hiver 1892—93 s'est élevée à 4100 fr., en nombre rond ainsi qu'il résulte du tableau ci-dessous :

	EXPLOITATION.	INSTALLATION.
1 ^o . Installation de chalands couplés	—	fr. 286,76
2 ^o . 2 Remorqueurs (1 de 15 ch., 1 de 75 chev.). Équipage de jour et de nuit, consommation de matières	fr. 2200.—	—
3 ^o . Mariniers pour la conduite des chalands 2 sur chaque chaland, de jour et de nuit	" 806,40	—
Réparations aux remorqueurs (Machine et Coque). Totaux	" 800.— fr. 3806,40	— fr. 286,76
Total Général	fr. 4093,16	

Les dépenses spécialement afférentes au fait particulier du déglacage, c'est-à-dire celles faites en dehors de l'installation, se sont élevées à fr. 3806,40 pour une durée de 24 jours et une longueur de canal de 15 km., soit un peu moins de fr. 11 par 24 heures et par kilomètre. Grâce à cette dépense, on a assurée la remonte à Nantes de 48 navires représentant un tonnage de 15 057 tonneaux.

Pour l'hiver 1893—1894, les remorqueurs ont reçu une ceinture en tôle d'acier jusqu'à 0,35 m. au-dessous de la flottaison; les réparations à la coque ont été insignifiantes bien que la résistance des glaces dans les chenaux d'accès où ils ont été employés ait été considérable.

Loire Maritime.

Pendant l'hiver de 1890—91, on a débloqué le port de Nantes en se servant de dynamite pour les parties très épaisses et, pour les moins épaisses de toues et d'un vapeur muni d'une étrave spéciale formée de madriers et de solides armatures en fer; le port est resté embaclé du 15 Décembre au 22 Janvier.

Pendant l'hiver 1892—93, au début de la période de froid, on a mis en œuvre les deux remorqueurs du service des Ponts et Chaussées attachés au port de Nantes. Ces bateaux construits avec la marque P. R. exigée par le „Bureau Veritas" pour les navires navigant dans les parages encombrés de glaces, ont permis d'empêcher les glaçons arrêtés pendant l'étale de se souder entre eux dans le port et dans l'étranglement de la Loire à l'entrée.

Pendant la nuit du 1^{er} au 2 Janvier un embâcle de 3000 m. de longueur se forma en aval du port. Les 2 remorqueurs de l'administration se trouvaient en amont; comme il eut été très imprudent d'attaquer la banquise par l'amont on dut demander à l'établissement d'Indret, situé en aval, le concours d'un de ses bateaux: un vapeur de 98 T. et de 60 chevaux de force fut mis à la disposition du service des Ponts et Chaussées. Au début, ce vapeur étant à lège et travaillant sur des glaces de 1,50 m. d'épaisseur, s'y échoua et ne put se dégager qu'à haute mer; mais à partir de ce moment, le vapeur recommença son travail en le poursuivant jour et nuit, et après 4 jours d'efforts opiniâtres, il put creuser un chenal de 50 m. de largeur à travers la banquise. Malheureusement le 6 Janvier une banquise nouvelle de 300 m. vint encore s'arrêter dans l'espace étroit en aval de Nantes où s'était déjà produit le premier arrêt de glaces; le vapeur d'Indret ne put attaquer la glace à cause de son épaisseur, mais avec le secours des 2 remorqueurs du port, on parvint, le 8 Janvier, à traverser la banquise. Il se forma dans la suite à différentes reprises plusieurs petits embâcles au passage étroit dont il a été parlé, mais ces embâcles furent facilement disloqués à l'aide d'un seul remorqueur. On eut de même à disloquer une banquise de 1800 m. de longueur à la sortie du canal maritime, ce travail fut accompli à l'aide d'un des remorqueurs du port après que le travail en amont eut été terminé. Jusqu'au moment de la débâcle, les 2 remorqueurs restèrent l'un à la sortie du canal maritime, l'autre dans le port, pour disloquer immédiatement les embâcles qui tendaient à se former, et favoriser ainsi l'écoulement des glaçons. La débâcle générale n'eut lieu à Nantes que le 26 Janvier.

Le port est resté bloqué du 2 au 8 inclusivement Il nous a été impossible de nous procurer des renseignements sur la dépense.

Garonne Maritime. — Port de Bordeaux.

Nous ne possédons en ce qui concerne le port de Bordeaux que la relation du déglacage opéré pendant l'hiver 1890—1891.

La navigation avait été interrompue pendant 6 jours à partir du 15 Janvier pour la batellerie mais non pour les navires qui n'avaient été que fortement gênés. Le charriage de la Garonne au droit du port avait continué sans arrêt; la disparition des glaçons s'était faite très rapidement dans la nuit du 20 au 21 Janvier et dans la journée du 21 sous l'action de la crue due aux pluies par vent de S.O. Mais il existait au pont de Bordeaux une banquise de glaces accumulées de 600 m. de longueur sur 80 de large, d'une épaisseur dépassant en beaucoup d'endroits 1,50 m. On pouvait craindre que les morceaux de cette banquise détachés et entraînés par la crue n'occasionnassent des avaries aux navires. On se servit pour attaquer la banquise d'un des remorqueurs du service des dragages que l'on arma d'un éperon de rupture et de protection. On commença en amont du port de Bordeaux au moment du courant du flot, afin de faire diviser les

glaçons au passage du pont lors du jusan; l'opération ne dura que 3 heures. On avait fait un premier essai le 19 avec un éperon formé de 2 tôles de 1 m. de hauteur et de 2 m. de longueur; le résultat fut satisfaisant, mais il eut fallu un revêtement en tôle ou en bois sur les flancs pour résister au choc de la partie immobile de la glace et à celui des gros glaçons flottants. On avait opéré à l'étale de pleine mer pour éviter d'être trop chargé par les glaces flottantes dérivant dans le fleuve; on éprouva de ce fait l'inconvénient plus grave d'être bloqué par les glaces et on ne put se dégager qu'avec peine. Il vaut mieux en pareil cas opérer avec le courant, qui facilite le déplacement relatif des glaçons rencontrés par le vapeur, et l'entraînement des fragments détachés.

Résumé et Conclusions.

Sur le Canal maritime de la Basse-Loire et sur la Loire et la Garonne maritimes, la dynamite n'a été employée que tout à fait exceptionnellement pour le rétablissement de la navigation; des vapeurs de construction courante ont pu suffire, mais il convient de les protéger à l'avant et aussi sur les flancs.

Il paraît indispensable d'opérer dans des conditions telles que le courant entraîne les fragments de glace au fur et à mesure qu'ils sont détachés et qu'il fasse circuler les glaçons au milieu desquels se meut le bateau si on opère dans un fleuve qui charrie. Il vaut donc mieux de toute manière ne pas opérer par l'étale à moins d'y être obligé et quand la banquise barre le bras en entier, il est nécessaire d'opérer par l'aval avec le jusan.

Ports Maritimes.

Dans les ports de mer français les glaces gênent peu et on s'en débarrasse facilement. Le service du port fait briser la glace dans les bassins et aux abords des écluses par les remorqueurs du port; au moment de la marée descendante, les glaçons sont repoussés vers les écluses d'où ils s'écoulent à la mer.

Ce mode de cassage des glaces est assez délicat et demande à être employé avec prudence à cause des avaries que les glaçons peuvent causer aux ouvrages, aux navires, mais surtout aux bélandres. Dans les canaux qui relient les ports au réseau intérieur, on se sert de chalands brise-glace. Parfois aussi, on surélève le niveau des biefs des canaux de 0,50 m. à 0,60 m. par introduction d'eau salée, les glaçons sont envoyés à la mer à marée descendante. Ce dernier moyen réussit très bien.

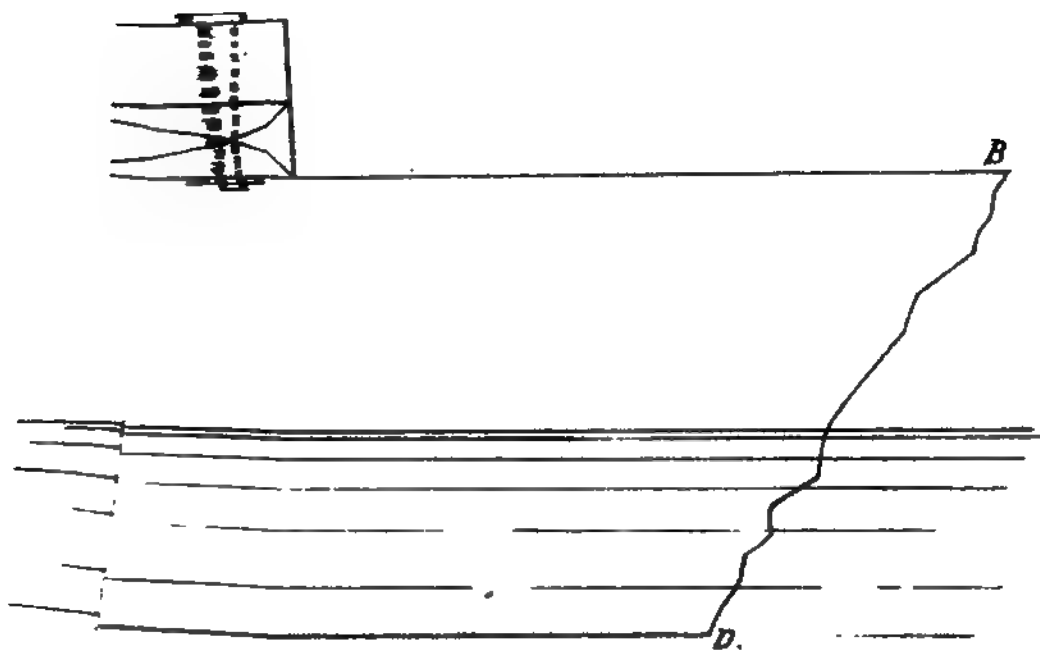
Charleville, le 14 Mai 1894.

L'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées chargé du
service du Canal de l'Est (B^{che} Nord),

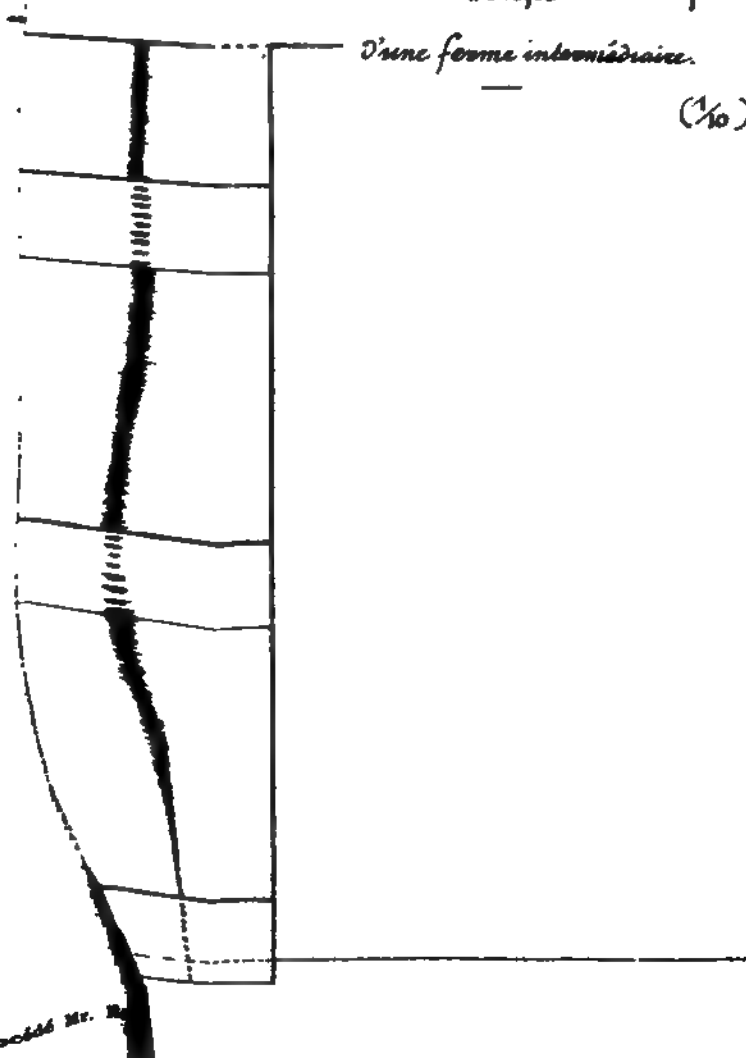
P. RIGAUX.

criptions des Planches. Inschriften der Zeichnungen. Description of the Plates.

e-glaces constitué par un ponton de service muni d'un avant-poutre.	Eisbrecher, bestehend aus einem mit Vorbau versehenen Ponton.	Ice-breaker made from a pontoon furnished with a fore-prow.
Plancher cloué.	Genagelte Dielung.	Nailed flooring.
Manière.	Winkelisen.	Angle iron.
Gürtelbande.	Gürtelband.	Girdle.
Planches destinées à protéger les parties inférieures qui restent découvertes entre les fermes.	Schutzbleche für die unteren, zwischen den Gebinden liegenden ungeschützten Theile.	Sheets of iron intended to protect the lower parts which remain uncovered between the trusses.
Projet.	Halbgrundriss.	Half projection.
Projet-largueur.	Halbe Breite.	Half width.
Coupe d'une poutre inférieure	Durchschnitt eines unteren Balkens	Section of lower beam
Traverse de ferme intermédiaire.	eines Zwischengebindes.	of an intermediate truss.
Traverse longitudinale en élévation du gouvernail.	eines Randgebindes.	of a border truss.
Le bateau étant vide.	Längsschnitt in der Richtung des Steuerruders.	Longitudinal section, viewed from stern.
	Tiefgang des unbeladenen Fahrzeuges.	Water, the boat being empty.
Chambre recevant au moment du travail 2200 Kilogr. de gueuses de fonte.	Raum, welcher bei den Arbeiten mit 2200 Kg. Gussstahl-Ganz beladen wird.	Chamber receiving while at work 2200 Kg. of pig-iron.
Planchage.	Flachgänge.	Planking.
Projet-coupe horizontale (le plancher enlevé).	Wasserpasser Halbriss (nach Wegnahme der Dielung).	Horizontal half section (the floor removed.)
Projet.	Aussenhaut.	Planking.
Projet suivant AB.	Querschnitt in der Linie AB.	Section following AB.
Plancher plat.	Bandeisen.	Flat iron.
Détails de la rivure.	Art der Vernietung.	Details of rivetting.
Rivets.	Nieten.	Rivets.

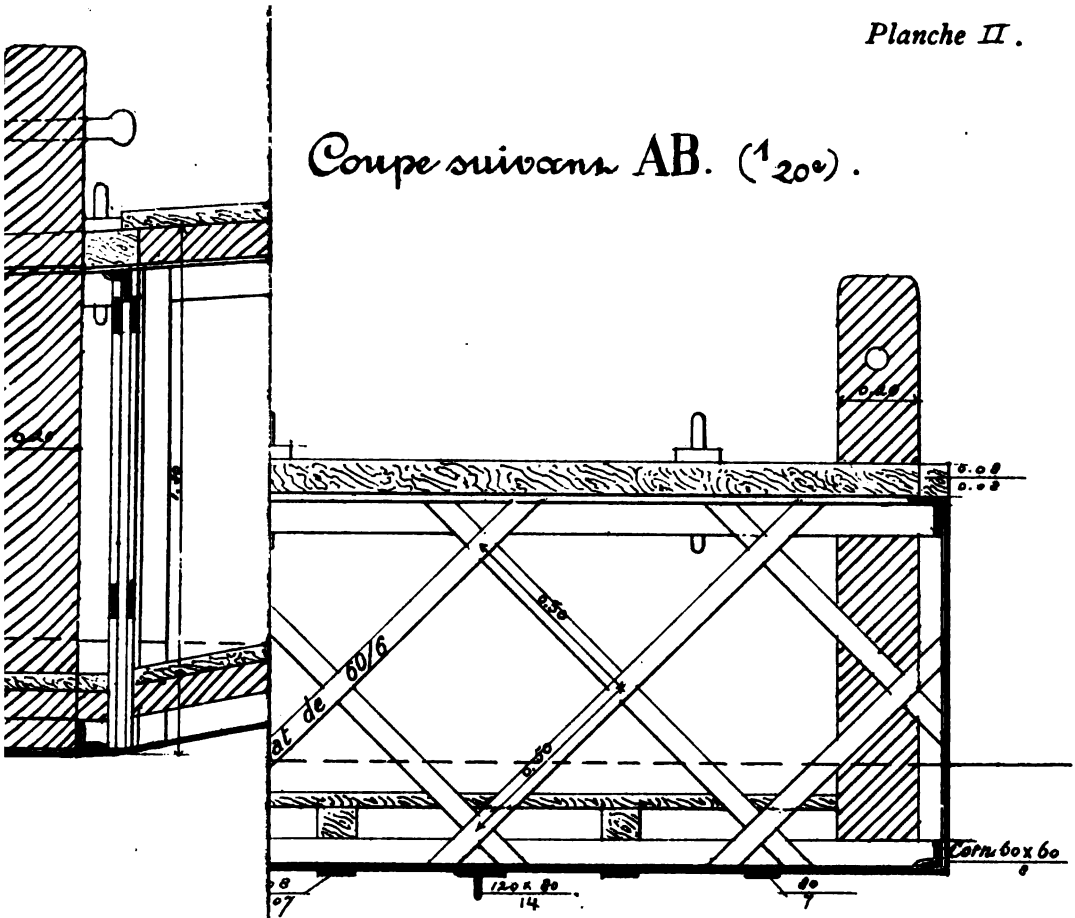


Coupe d'une poutre inférieure
 d'une forme intermédiaire. d'une forme de croc
 (1/10).

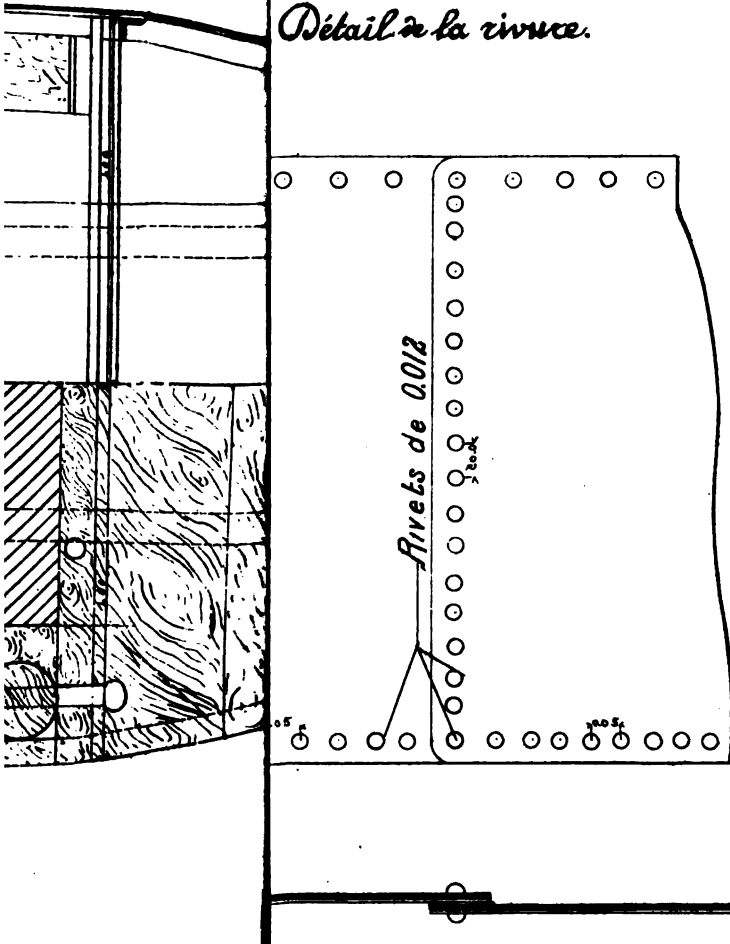




Coupe suivant AB. ($1^{20^{\circ}}$).



Détail à la rivure.



J. W. van Mente
Civil Ingenieur.

VI^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

LA HAYE, 1894.

9

3^{me} QUESTION.

LES TRAVEAUX

DE

DÉGLACAGE DANS LES ESTUAIRES FLUVIAUX ET MARITIMES.



DeGrand fund

Sixième Congrès international de Navigation intérieure

LA HAYE. 1894.

Note sur les travaux de déglacage dans les estuaires fluviaux et maritimes,

PAR

M. MAURICE DIBOS,

Ingenieur, Inspecteur technique de la Compagnie d'Assurances maritimes et fluviales
„La Foncière-Transports“.

Depuis 1870—1871, soit une période de vingt-trois ans, nous avons pu constater avec nos contemporains que les saisons hivernales tendent à apporter sur nos régions, tempérées jusqu'alors, des rigueurs toutes spéciales de température amenant la congélation presque bi-annuelle, partielle de certains estuaires maritimes, totale de nos fleuves et rivières, le thermomètre oscillant dans la plupart des cas entre -10° et -27° , soit -17° en moyenne pour les contrées s'étendant jusqu'au 40° de latitude Nord.

Le froid peut durer longtemps; ainsi, à Paris:

En 1870/71 cette durée fut de douze . . . jours de gel ininterrompu.									
•	1871/72	•	•	•	•	vingt et un	•	•	•
•	1879/80	•	•	•	•	vingt-huit	•	•	•
•	1890/91	•	•	•	•	vingt	•	•	•
•	1892/93	•	•	•	•	seize	•	•	•

Pour ne citer que ces périodes remarquables.

Sans entrer ici dans des appréciations développées sur les sources possibles de ces perturbations météorologiques que nous pensons pouvoir attribuer au refroidissement progressif de l'écorce du globe et aux productions sur le disque solaire de grandes taches pendant le solstice d'hiver, nous chercherons dans cette Note à réunir les moyens les plus convenables pour arriver à frayer aux navires et bateaux des chenaux ou bassins de largeur suffisante pour leur passage à travers les glaces ou leur liberté de manœuvre, pour débarrasser les estuaires maritimes, l'embouchure des fleuves, des dangereux obstacles que créent aux navigateurs le charriage des glaçons et les embâcles qu'ils produisent sur les

parcours ou embouchures de ces fleuves, ou dans les ports situés sur ces parcours, ou à proximité de ces embouchures.

Sur maints endroits de notre pays les voies navigables intérieures sont sillonnées aujourd'hui aussi bien par des navires que par des bateaux de rivière, et c'est à ce double point de vue de fréquentation nautique que nous essayons de nous placer, afin de donner quelques indications techniques et pratiques aux marins et mariniers dont les bâtiments peuvent être surpris par le gel, soit en cours de route, soit en stationnement.

On sait que, immédiatement en dessous de zéro, a lieu la formation de la glace à la surface de l'eau recouvrant de faibles profondeurs. Si les couches d'air sont calmes et le courant à peu près nul, ce qui arrive dans les biefs de faible retenue, on voit de longues aiguilles partant des berges, des piles de pont, des quais, de la ligne de flottaison des bateaux mouillés ou amarrés, s'étendre et s'entre-croiser de toutes parts en s'ajoutant les unes aux autres; les vides existants entre ces aiguilles disparaissent sous la solidification progressive, et une mince couche de glace ne tarde pas à recouvrir toute la surface du plan d'eau. Cette couche s'épaissit de plus en plus sous l'influence du gel et présente aux yeux de l'observateur une surface parfaitement polie et transparente.

Si au contraire les effets de la congélation ont lieu par légère brise ridant la surface liquide, de petits cristaux s'entre-croisent; une sorte de mixture pâteuse sous forme de neige à moitié fondue recouvre alors la surface du plan d'eau. Dans ces conditions, une fois la solidification accomplie, la surface glacée est opaque et rugueuse.

Les rivières et fleuves de 3^m à 8^m de profondeur ne se congèlent guère, d'après ce que nous avons pu observer, qu'à des températures atteignant — 10° à — 15° environ. Dans les eaux immobiles de 10^m de profondeur moyenne, telles que celles des bassins à flot, il peut parfaitement se faire que par suite d'un froid intense amené par un vent de nord ou de nord-est, la solidification, déjà en partie constituée, s'opère dans l'intervalle d'ouverture des portes, d'une marée à l'autre, et que la glace ait atteint, au moment des possibilités d'entrée et de sortie des navires et bateaux, une épaisseur telle que les mouvements de port en soient sinon totalement interrompus, tout au moins tellement retardés que la sécurité, notamment des entrants obligés à mouiller dans l'avant-port ou de regagner la rade, puisse en être compromise.

La Marne, la Saône, l'Yonne, la Meuse, la Loire et la Seine ne se solidifient guère, d'après ce que nous avons noté, que vers des températures oscillant entre — 12° et — 14°. Ces rivières et fleuves charrient toutefois bien avant, soit vers — 4° à — 6°. Antérieurement à l'envahissement par la congélation de toute la largeur du cours d'eau, il s'est formé de multiples blocs de glaces de volumes et de surfaces divers, que le courant charrie et qui flottent en vertu de leur moindre densité. On soit que

l'eau douce présente cette particularité d'un maximum de densité à la température de $+ 4^{\circ}$. Si le liquide, par suite d'une cause quelconque, se refroidit par la surface, il gagne le fond jusqu'à ce que toute la masse d'eau ait acquis cette même température de $+ 4^{\circ}$. A compter de cet instant, les couches conservent leurs positions: les plus froides constamment placées à la partie supérieure; il semble ainsi que le phénomène du gel paraisse devoir toujours se produire par la surface libre.

Au contraire, par suite de la salure et de l'agitation de l'eau de mer, la congélation se trouve retardée, et le gel ne se produit guère que dans les passes resserrées, dans les baies ou estuaires, ou près des côtes. Les sels marins, en effet, abaissent en même temps la température de congélation et celle du maximum de densité et cette dernière beaucoup plus vivement que la première. Aussi, à la mer, les glaces s'y forment-elles surtout par le fond.

Plus les glaces se multiplient, plus leurs dimensions et leur volume augmentent de toutes parts par la solidification de nouvelles couches liquides venant s'ajouter au noyau primitif. Comme le lit du cours d'eau se trouve de plus en plus envahi, la marche des glaçons, se heurtant les uns aux autres et aux obstacles naturels ou artificiels existants, est de plus en plus ralentie. A un moment donné, une partie de glaçons s'arrête, et l'immense convoi glacé stoppe à son tour. Le froid finit de souder les uns aux autres tout cet amas de glaçons stationnaires, et le fleuve ou la rivière se trouve pris.

La navigation, qui a été très pénible au fur et à mesure de l'accentuation du charroi des glaces, se trouve, du fait de la prise du cours d'eau, totalement arrêtée.

Pour retarder le moment de l'embâcle, on essaye généralement, dans les rivières et fleuves canalisés, de faire des mouvements de barrages ou d'écluses, en élevant ou abaissant le plan d'eau. On réussit souvent à gagner ainsi un ou deux jours sur la congélation totale du cours d'eau, mais sans qu'il puisse en résulter un avantage bien marqué pour la navigation, qui a cessé tacitement bien auparavant.

L'huile *minérale* de pétrole, déversée dans le cours d'eau, le bassin, ou l'estuaire pourrait être de très bon appoint pour retarder la congélation; mais comme il y a à craindre les terribles effets d'inflammation par imprudence ou cause accidentelle, toujours possibles, de cette huile qui surnage, on ne peut préconiser son emploi que dans les parages lointains ou peu fréquentés, ou dans des endroits endigués de toutes parts, et en installant un service de surveillance rigoureuse de tous les instants.

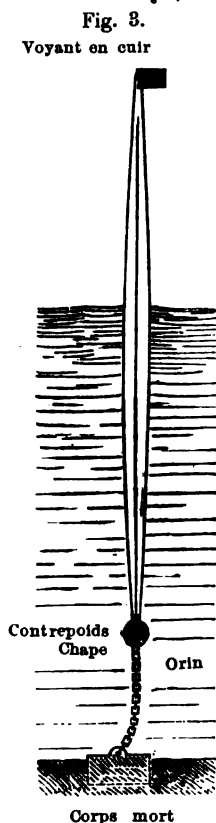
Dans les ports de l'Océan, on ouvre les bassins de chasse afin de débâcler les chenaux, l'avant et l'arrière-port, car, par les fortes gelées de $- 15^{\circ}$ à $- 20^{\circ}$, les mouvements d'abaissement et d'élévation quotidiens de l'étiage par la marée, ne suffisent pas toujours à débayer les glaces

produit, ce dernier effet, le calorique à fournir pour obtenir la fusion est donc réduit dans une proportion correspondante. On peut déduire de ce qui précède que, à la température de la glace fondante et par le phénomène du regel, il peut néanmoins se former des embâcles d'une égale résistance aux embâcles constituées par le phénomène du gel aux températures inférieures à 0° .

La débâcle s'effectue soit lorsque la température s'élève, soit lorsque de fortes pluies ou des neiges augmentent le volume des eaux du fleuve ou de la rivière, ou que les marées de vives eaux se substituant à celles de mortes eaux exhaussent progressivement le niveau de la mer, dont l'agitation finira, dans les endroits non abrités, par disloquer les champs de glace et les emporter fragmentés au large avec le jusant.

Rappelons qu'à partir de $0^{\text{m}},04$ d'épaisseur la glace peut déjà porter des hommes isolés marchant sur des planches, et que, dès le moment où cette glace atteint $0^{\text{m}},12$ à $0^{\text{m}},15$ d'épaisseur, on peut y faire passer des voitures attelées.

Le charriage des glaçons sur les fleuves, notamment à leur embouchure



maritime ou dans les estuaires balisées, est un grave inconvénient pour le maintien des bouées flottantes de balisage, lesquelles résistent difficile-

ment à l'incessant assaut qui leur est livré par les glaçons, et qui, si elles ne sont pas emportées ou détruites, chassent néanmoins sur leurs corps morts ou sur leurs ancres, ce qui amène des confusions de route, partant des causes de sinistres possibles pour les capitaines, pilotes et patrons, induits en erreur.

On pourrait apporter un remède à cet état de choses en substituant aux bouées ordinaires et dans les embouchures des fleuves ou estuaires maritimes des régions plus susceptibles d'être rapidement embâclées, des jalons flottants composés affectant sensiblement une forme ellipsoïde très allongée: le grand axe ayant 7^m à 15^m en moyenne, et le petit axe 0^m,40 à 1^m environ.

L'extrémité du jalon, destinée à être constamment immergée, serait coiffée d'une chape à organeau sur lequel on frapperait le bout libre de la chaîne de mouillage du corps mort ou de l'ancre; le poids de cette chaîne, ou un contrepoids convenablement calculé, maintiendrait dans une verticale constante le jalon flottant et à demi immergé. On peindrait la partie émergente du jalon d'une couleur appropriée (*fig. 1*).

Au contact du glaçon en dérive, le jalon se couchera et plongera sans résistance ni risques de détérioration et reparaitra aussitôt après le passage de la masse glacée.

Ce système est préconisé en Amérique par la „U. S. Light house Board” et pour le port d'Anvers par M. HORTA, ingénieur de la Marine (1).

Les techniciens, ingénieurs, officiers de marine ou capitaines au long cours peuvent donc être appelés à résoudre les problèmes suivants:

a. Se débarrasser des glaces sur les eaux dormantes, de façon à obtenir le plus large espace possible de nappe d'eau libre;

β. Disloquer, sur les eaux courantes, une embâcle, et rétablir un chenal libre en vue d'assurer, sans accidents, la débâcle régulière, et de donner accès à la navigation.

Dégager et protéger les navires et bateaux pendant l'embâcle et la débâcle.

Sans penser un instant à poser ici des règles absolues, nous examinerons ces questions sous leurs aspects les plus généraux de fréquence, et nous chercherons, guidés en cela par une certaine expérience, à fournir quelques indications pouvant être utilisées, nous l'espérons, avec fruit, pour ces travaux spéciaux.

Sur les eaux dormantes, il convient de dégager préalablement les navires ou bateaux, enserrés dans le champ de glace, et dont les coques subissent la poussée considérable en risquant de se déformer, sinon d'éprouver de graves avaries dans leurs œuvres vives, ou de se décintrer.

(1) *Notice sur la bouée d'hiver, American ice buoy, et son application au jaugeage des fleuves*, par M. HORTA, ingénieur de la Marine, à Anvers (1892).

Si l'épaisseur de la glace ne dépasse pas 12^{cm} à 15^{cm} on peut l'attaquer au moyen de haches de charpentier ou de cognées, en l'entaillant par rainures perpendiculaires à l'axe du navire ou du bateau, et en dégageant peu à peu les parois du bâtiment retirant sur le champ de glace même, au moyen d'anspects, de crocs, de barres, ou de leviers quelconques, les blocs découpés par fragments de 1^m de côté environ. On dégage ainsi tous les abords du bateau ou du navire, de façon à lui ouvrir une sorte de bassin d'eau libre qu'on entretient tel matin et soir et pendant la nuit s'il est nécessaire.

Pour briser les glaces ayant une tendance à se reformer le long des bordages du bateau, on se servira de perches terminées de préférence par l'ajut de paniers d'osier qu'on agite du bord ou en se tenant sur l'*icefield* lui-même.

Pour le découpage du champ de glace on utilise avec succès les scies à longue lame épaisse et à large voie, telles que les emploient notamment les scieurs de pierres; on fixe un manche double à l'une des extrémités de la lame, on creuse un trou dans la glace pour amorcer le trait de scie et après avoir lesté l'extrémité libre de l'instrument d'une pierre, d'un plomb de sonde, ou d'un corps pesant quelconque, on l'actionne par le mouvement ordinaire de va-et-vient. Il y a intérêt à donner à la scie une inclinaison de 20 à 30° avec le plan du champ de glace; en agissant ainsi on obtient plus de mordant, et le contrepoids tout en déterminant une pression convenable de la lame, en facilite aussi automatiquement le mouvement de descente.

On peut se servir de *pointons* ou pinces tels que les emploient les ouvriers poseurs de rails pour riper les voies, ou de barres à mines, pour disloquer les glaçons ou les détacher par fragments du champ de glace; mais comme, par les temps rigoureux, les métaux deviennent intenable aux mains des travailleurs, et qu'avec des gants on a des difficultés de manœuvre, le mieux est de faire confectionner des pieux en bois dur de 2^m,50 de longueur maxima et de 4^{cm} de diamètre, que l'on fait ferrer par une tige pointue dans la douille de laquelle on les emmanche.

Pour des causes quelconques certaines parties des champs de glace peuvent ne point avoir la même épaisseur générale; d'autre part, les efforts exercés par les travailleurs en tête du chantier amènent des dislocations inattendues sur les bords libres des coupures du champ de glace, d'où compromission de la sécurité des hommes employés. Il conviendra donc que, du bord du navire ou du bateau, des hommes de veille aient sous la main des lignes lovées et parées à être envoyées à la demande, ainsi que des bouées. Dès que le bâtiment sera dégagé suffisamment, on pourra amener une embarcation montée, ou mettre un canot ou bachot à l'eau qui se tiendra en tête du travail, aidera à repousser les blocs de glace et pourra porter secours immédiat s'il en est besoin.

Près des hommes sur le champ de glace on étendra des madriers ou

des planches, et on disposera une ou deux gaffes. On exigera au besoin de faire capeler aux travailleurs les ceintures de sauvetage et on amarrera à ces ceintures une ligne d'une quinzaine de mètres dont le bout libre pourra faire retour à bord, ou être tenu sur le champ de glace par un aide placé à plusieurs mètres en arrière.

Si autour du bateau ou du navire l'épaisseur de la glace dépasse 20^m, il peut devenir nécessaire d'employer les explosifs. Toutefois cette utilisation des engins détonants est assez ardue en raison des chocs que transmet la masse glacée aux membrures du navire ou du bateau, surtout s'il est de construction métallique. Avant de se servir des poudres, on cherchera préalablement à détacher mécaniquement, à l'aplomb immédiat des bordages du navire ou bateau, une ceinture de glace de 30^m de largeur environ de façon à isoler la coque le mieux qu'il sera possible du contact immédiat du champ de glace.

On se trouvera bien dans ces conditions de l'emploi de la scie (il en est de 3^m de long); on déterminera à distance une nappe d'eau libre où l'on fera glisser les blocs détachés, les premiers ayant été enfoncés sous l'eau pour déblayer le plus vite possible et donner de l'aisance aux travailleurs. A l'appui de l'emploi de la scie que nous préconisons et dont nous avons obtenu de bons effets, nous citerons un fait rapporté par le regretté amiral PARIS: „En 1855, un navire fut cerné par les glaces à Kil-Bouroum, à l'embouchure du Dnieper. Les essais de rupture à la hache furent infructueux parce que, dit l'amiral, la hache enfonçait très peu et laissait dans la rainure obtenue des fragments de glace qui amortissaient les coups suivants. Le bâtiment fut dégagé par le sciage de la glace, opéré cependant dans des conditions bien précaires, puisque faute d'engins spéciaux on se servit de lames de tôle dentelée de 3^{mm} à 5^{mm} d'épaisseur et munies à une extrémité de boulets et à l'autre d'une traverse pour la manœuvre”.

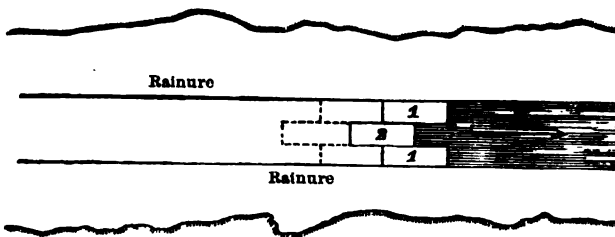
Dès que le navire, ou le bateau, sera dégagé on maintendra liquide l'eau ambiante dans laquelle il plonge, par les moyens d'usage, et sous une surveillance constante. Si le bateau est muni d'un moteur à vapeur, on pourra mettre les chaudières sous pression et au moyen d'un ajutage de tuyau *ad hoc* envoyer sur certains points contre les bordages mêmes des jets de vapeur qui suspendraient la congélation s'ils n'arrivaient pas à la vaincre sur diverses portions en contact immédiat avec la coque.

Pour rompre une embâcle sur les eaux courantes, il faudra chercher à établir immédiatement un chenal, que l'on tracera de préférence aux endroits où l'on constatera que la vitesse du courant atteint son maximum. L'épaisseur de la glace est généralement moindre à cet endroit. On examinera également le dispositif des rives ou quais de façon à se rendre compte des rapports d'eau plus ou moins considérables sur certains points, si le cours d'eau ou l'estuaire, est sinueux. On se placera à l'aval pour commencer le travail de coupure. On cherchera à s'organi-

ser de façon que les blocs, détachés, entraînés par le courant, puissent trouver une facile issue; il faut, en effet, éviter la reconstitution, plus loin, d'une autre embâcle formée elle-même des glaçons fragmentés avalants. Au besoin, on tirera à terre ces blocs suffisamment réduits pour pouvoir être halés sans trop d'efforts sur la rive, par des attelages ou des équipes. Pour aider à la sortie de l'eau de ces blocs, on les fera glisser des madriers, des planches, des rails, des poutres, disposés en rampe douce à partir du plan d'eau. Pour haler ces glaces à terre on les entourera d'une chaîne d'une largeur convenable; c'est plus sûr et aussi rapide que les crochets-clameaux et les becs de perroquets.

Pour créer des chenaux par procédés mécaniques, on adopterait, avec succès, le dispositif suivant (*fig. 2*), qui, à notre avis, et après épreuve, nous

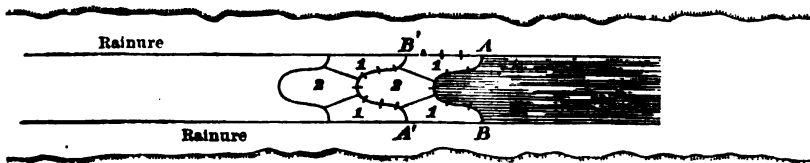
Fig. 2.



semble le plus accéléré. De chaque côté de la largeur fixée pour le chenal, parallèlement aux rives, et vis-à-vis de chacune d'elles, on pratiquera une rainure dans la glace. On entaillera ensuite le champ de glace, en cherchant à fractionner les blocs rectangulaires 1 et 1, et ensuite 2. On pousse à l'aide de gaffes ou de crocs les rectangles détachés, si le courant ne les entraîne pas lui-même, ce qui arrive le plus souvent.

Pour les chenaux où l'emploi des explosifs est indiqué, ou de grande largeur, on pourrait adopter le dispositif à fer à cheval (*fig. 3*), et placer les chapelets de cartouches suivant la ligne AB ou AB', A'B.

Fig. 3.



Il nous paraît difficile d'établir des règles mathématiques sur les largeurs à donner aux chenaux à creuser à travers les champs de glace; on ne peut que fournir des indications, les travaux à effectuer se modifiant suivant les localités, le courant, la largeur ou la sinuosité des cours d'eau ou de l'estuaire.

D'après nos remarques, nous pensons que le chenal à tracer, pour les rivières et fleuves embâclés de largeur moyenne, 60^m à 150^m, peut être de

12^m à 20^m environ ; pour les fleuves et estuaires de grande largeur, 200^m à 600^m et au delà, peut être de 80^m à 150^m et plus s'il s'agit, dans les deux cas, de donner passage à une banquise semblable à celles formées en Seine, en Loire et en Saône, pendant l'hiver 1879-1880.

Ainsi que nous l'avons dit pour les eaux dormantes, les procédés de déglacage pour des épaisseurs ne dépassant pas 12^{cm} à 15^{cm} sont les mêmes sur les eaux courantes pour des épaisseurs semblables. La hache, la scie, les leviers, les barres à forer peuvent être employés avec succès.

Il y aura avantage à se servir d'une grosse embarcation, grand bachot, margotat, plate, bac, ponton, ou tout autre bateau solidement construit, dont on revêt l'avant d'une armature *ad hoc*, en doublage de bois, placée extérieurement et recouverte d'une tôle de 5^{mm} à 7^{mm} environ. On embarque un certain nombre de manœuvriers, et, de terre au moyen d'une ligne, on amène l'embarcation à l'aplomb et, contre les bords du champ de glace, en aval. Les hommes impriment à l'embarcation un mouvement de tangage en se portant de l'avant à l'arrière, et de roulis en se balançant d'un bord sur l'autre.

L'ondulation liquide qui se transmet sous la glace fait détacher les blocs en bordure. On avance l'embarcation au fur et à mesure que le champ de glace se disjoint, et des manœuvriers armés de gaffes ou de crocs aident les glaçons à prendre le fil du courant qui les emporte.

On peut aussi charger cette embarcation d'un poids quelconque ou d'hommes, et après l'avoir fait amarrer à une longue remorque sur laquelle on attelle six ou dix chevaux, on prend du champ ; mettant les attelages au trot, on la lance sur la glaces qu'elle fend au choc, sur lesquels elle monte, et qu'elle disjoint par son propre poids en les écrasant.

Pendant l'hiver 1892-1893, en Marne, en utilisant cette dernière méthode alternée avec l'emploi d'une équipe de dix mariniers armés de cognées, nous avons pu creuser en vingt heures de travail, divisées en deux reprises de dix heures, un chenal de 502^m de long sur 14^m de largeur dans un *ice-field* de 13^{cm} à 15^{cm} d'épaisseur, et préserver d'une banquise d'amont de 5^m d'épaisseur, constituée en amoncellement touchant le fond et qui les aurait certainement emportés trois bateaux chargés d'un total de 780 tonnes, et d'une valeur réunie de 600,000^{fr}. Les frais de l'opération revinrent à 450^{fr}. Nous étions disposés à nous servir de charges d'explosif FAVIER pour le cas où, avant ou pendant la débâcle, la banquise eût eu besoin d'être fragmentée. Nous avions calculé les charges à raison de 3000^{gr} pour 1^m,50 de profondeur moyenne, ce qui à l'explosion du fourneau nous permettait de compter sur des etonnoirs d'environ 4^m de rayon. Nous reviendrons ultérieurement sur cette question de l'emploi des explosifs et du choix de leur nature.

Dans le cas où le temps ou la possibilité manqueraient pour créer un chenal de longueur suffisante à l'écoulement convenable des glaces et que néanmoins des navires et bateaux fussent en danger, on établira à l'avant, et du bord du

large de ces navires et bateaux, pour les bâtiments mouillés contre la rive, et des deux bords pour ceux placés au large, une sorte de doublage en madriers de 2^m de long sur 0^m, 04 d'épaisseur, jointifs et verticaux, dont les deux tiers de longueur seront immergés. On multipliera les amarres, qu'il y aurait avantage à établir en cordage métallique dans la proportion de une sur quatre; les cordages métalliques résistant beaucoup mieux au heurt et au contact des glaçons dont les aspérités ne peuvent rien sur les torons, alors qu'avec les câbles en chanvre ces derniers sont rapidement usés, déchiquetés, et rompus par le multiples arêtes des blocs en dérive. On aura à bord des hommes de veille armés de bâtons de marine, d'espars ou de longrines permettant de repousser des glaçons. Si le bateau est à vapeur on le tiendra sous pression après avoir dégagé les glaces à l'arrière, à l'aplomb de l'hélice, de façon à permettre non pas d'évoluer, ce qui serait une superflétation, mais, si les amarres ou les câbles des ancres manquaient, de résister à l'assaut des glaces, en mettant la machine en route sur la marche avant, en vitesse s'il est nécessaire, afin d'essayer le plus longtemps possible d'éviter de tomber en travers de la débâcle, de pouvoir étaler le courant, et d'avoir le temps nécessaire de s'amarrer à terre, ou de mouiller sur câble métallique, ou double aussière.

Nous nous sommes bien trouvés, dans une circonstance périlleuse de débâcle, d'avoir fait battre à l'avant d'un bateau en danger que, le temps ayant manqué pour établir un chenal, il fallait néanmoins préserver, un éperon en bois constitué par des sapines de 20^{cm} d'équarrissage et 10^m de long fortement étré sillonnées, assemblées en forme de V, et qui flottantes à l'avant du bâtiment, et en prolongeant les bords, rejetaient de deux côtés les glaces que la débâcle venait drosser vers l'étrave de la coque en péril.

Dans des conditions semblables, pour quatre bateaux arrêtés en lignes de file et surpris par une gelée intence, — 16° (le fleuve charriant depuis 5 jours), nous fîmes battre à l'avant du bateau chef de file, et diagonalement à l'axe du bâtiment suivant un angle de 20°, une série de cinq pilotes de 20^{cm} de diamètre et de 6^m de longueur (dont 1^m enfoncé dans le lit du fleuve), et espacés de 2^m, 90 d'axe en axe. Nous moisâmes ces pilotes par des madriers horizontaux de 0^m, 04 d'épaisseur, sur 3^m de long, cloués avec pointes longues de charpentiers et formant glissières. La tête des pilotes émergeait de 80^{cm} environ et la hauteur des glissières était de 75^{cm} émergés et de 52^{cm} immergés: ensemble 127^{cm}. Nous nous servîmes du pont du bateau même pour installer la sonnette, et des deux premiers pilotes frappés, sur lesquels on avait édifié un tablier *ad hoc*. Par mesure de prudence toutes les têtes de pilotes furent brellées avec une aussière du bord, et, des arcs-boutants constitués par deux sapines de 15^{cm} de diamètre et 9^m de longueur contretinrent les pilotes 1 et 3 en prenant appui sur la berge. Le convoi fut sauvé de la débâcle qui survint six heures après l'achèvement des travaux de préservation qui avaient duré

un jour et une nuit, au cours de laquelle on se servit de la lumière WELLS.

L'épaisseur moyenne des glaçons en débacle était de 20^m à 25^m et leur surface de 7^m à 12^m. Une fois le premier heurt passé contre la tête de glissière, ces glaçons, obéissant à la direction diagonale imprimée, dégagèrent la file des bateaux, dont les équipages n'avaient qu'à veiller au moyen de barres, d'anspects, de crocs, de gaffes, etc. Les pilotes et madriers avaient été pris en location, sous réserve d'effectuer le paiement total des pièces mises hors d'usage.

Avec les indemnités de ce chef, l'apport et le remport des appareils de battage, et la main-d'œuvre, cette opération revint à 788^{fr}. Ces six bateaux représentaient ensemble 1400 tonnes et une valeur réunie de 1100000^{fr}.

Contre les champs de glace de 0^m,75 à 1^m d'épaisseur, on pourrait se servir avec succès du choc de bateaux à vapeur construits spécialement en vue de cet emploi. Il est évident qu'il faut des navires robustes dont toute la partie avant est solidement édifiée en métal résistant, tel que l'acier. On munira ces navires de deux ou trois compartiments à eau placés à l'avant et à l'arrière, et permettant en les remplissant par des procédés extra-rapides, et en les vidant de même, de faire varier vivement et à volonté leur tirant d'eau, soit à l'avant, soit à l'arrière.

Avant que le steamer prenne son élan contre les glaces, on admet l'eau dans le compartiment arrière de manière à relever le plus possible l'avant, construit à profil courbe accentué, forme cuiller, qui peut ainsi monter sur la glace. Si, néanmoins, la glace résiste à l'élan et au choc du bâtiment, on porte, au moyen des réservoirs d'eau, le poids sur l'avant, et cette surcharge détermine la rupture de la surface congelée.

Parmi les spécimens les plus puissants de ce genre de navire, on peut citer comme type le *Murtaja*, vapeur à hélice construit à Stockholm aux usines de Bergsund pour le compte du gouvernement finlandais. Le *Murtaja* est destiné à tenir ouvert, pendant tout l'hiver, le port de Hango, où la glace atteint 0^m,70 d'épaisseur moyenne. Ce steamer-bélier a facilement raison de ces masses résistantes et manœuvre à l'aise au milieu des chocs des énormes glaçons qu'il vient de détacher. Le *Murtaja* a une longueur de 47^m entre perpendiculaires, sa largeur est de 10^m,97, son creux de 7^m,60 et son tirant d'eau arrière de 5^m,80; son déplacement est de 1070 tonnes. Une machine compound de 300 chevaux de puissance, avec condenseur à surface, lui donne son impulsion. Le navire est divisé en compartiments étanches, dont les deux extrêmes forment les réservoirs d'eau nécessaires pour le mouvement de basculement mécanique. Tout autour de la coque règne un véritable cuirassement en fer, dont l'épaisseur est de 254^{mm} à la ligne de flottaison pour descendre à 158^{mm} dans les parties basses. Dans ses travaux de déglacage contre des bancs de 0^m,70 d'épais-

seur moyenne, la vitesse normale de ce vapeur était de 10 à 12 nœuds à l'heure (1).

Les chocs répétés de ces navires, outre qu'ils détachent des glaçons considérables, ont encore pour résultat de déterminer dans les champs de glace des fentes très étendues qui aident à leur dislocation générale.

Dans cet ordre d'idées, à titre de renseignements et à toutes les fins utiles, nous mentionnerons qu'en décembre 1890 le service de l'Inspection générale de la Navigation de la Seine fut prié, par la Sous-Commission de Navigation du Conseil Municipal de Paris, d'examiner s'il était possible à l'aide de bateaux à vapeur armaturés et en utilisant la flottille des Bateaux-Onnibus, de briser la glace formée dans la traversée de Paris, et de maintenir les résultats acquis par ces travaux de déglacage. Cette intéressante question fut étudiée avec beaucoup de soin par les Inspecteurs de la Navigation à vapeur de la Seine, de concert avec l'Ingénieur de la Compagnie des Bateaux-Parisiens.

Au point de vue de l'aménagement spécial de chaque bateau, voici les *desiderata* auxquels on s'était arrêté. La coque devait être revêtue, outre l'éperon ou armature spéciale, d'une chemise en bois de 0^m,05 à 0^m,06 d'épaisseur, émergeant de 0^m,90 et immergée de 0^m,60; ce revêtement étant indispensable pour protéger les tôles des œuvres vives contre le coincement et les arêtes des glaçons pouvant perforer ou couper les coques minces.

La solution la plus économique trouvée reposait sur un système de panneaux indépendants, de 4^m de long, rendus solidaires par des charnières, et fixés au bateau par une griffe à la partie supérieure. Des potelets d'équarrissages différents formaient cales et permettaient à la chemise d'épouser les formes du bateau. Les panneaux d'étrave étaient blindés d'une tôle de 0^m,02 d'épaisseur. La cohésion de l'ensemble était assurée par des chaînes entourant les panneaux et par des traverses placées sur le pont. Le devis approximatif de cet aménagement s'élevait à 800^{fr} par bateau, y compris l'installation d'une sorte de cage destinée à protéger l'hélice des glaçons suffisamment résistants pour provoquer la rupture du propulseur.

On rechercha le nombre de bateaux à mettre en service. Pour maintenir les chenaux libres, dans le cas où les tentatives eussent été couronnées de succès, chaque bateau eût dû limiter son champ d'action à une longueur de 500^m avec une largeur minima de rivière de 100^m. Chaque bateau eût donc eu à déblayer et maintenir libre une surface de 50000^m², ce qui était bien suffisant.

La traversée de Paris, longue de 12^{km}, eût donc nécessité vingt-quatre bateaux.

Le bief entier, ayant 25^{km}, en eût réclamé 50. Or, les frais d'équipage

(1) En Amérique, on se sert de bateaux semblables à roues.

se fussent élevés, par journée et nuit de travail réunies, à 72^{fr} plus, pour des machines de 80 chevaux environ, 2 tonnes de charbon par 24^h = 180^{fr}, plus graissage et divers 5^{fr}, soit un total de 185^{fr}. Il eût encore fallu ajouter à cette somme le prix de la location quotidienne à l'Administration municipale, soit 100^{fr}, ensemble 285^{fr} par bateau.

On établit les devis sur dix jours de gel continu, ce qui portait à 87600^{fr} pour vingt-quatre bateaux, et à 182500^{fr} pour cinquante bateaux. les frais de cette opération aléatoire, non compris le cas possible de la perte d'un de ces bateaux, d'une valeur de 50000^{fr} environ, et dont la Ville de Paris aurait été responsable.

Les conclusions du rapport des Inspecteurs de la Navigation de la Seine ne furent pas favorables à l'accomplissement de ce projet, tant en raison des frais énormes qu'il eût comportés, que pour le peu d'efficacité qu'on eût pu en attendre à cause de la forme droite des étraves des Bateaux-Parisiens qui eussent attaqué le champ de glace, de 0^m,30 d'épaisseur moyenne, en agissant comme une hache gigantesque, sur une surface très réduite par conséquent, et dans le sens du maximum de résistance de la surface congelée. De plus, au point de vue manœuvre, tout virage eût été interdit au bateau, qui n'eût pu progresser qu'en suivant une ligne brisée, à angles très aigus, et en battant de l'arrière pour amorcer chacune de ces lignes. Le rapport officiel ajoute que le froid peut sévir d'une façon assez intense pour que les glaçons disloqués à l'avant se ressoudent à quelques mètres en arrière, et s'opposent au recul du bateau qui sera ainsi bloqué, inutilisable, et peut-être perdu.

Quelle que soit la méthode employée pour le tracé du chenal, celui-ci une fois formé tend, par le gel, à se barrer de nouveau. Pour éviter ce grave inconvénient, il convient d'y faire circuler un canot à avirons, un steam-launchs et, ce qui serait mieux pour les chenaux de grande largeur, un bateau à vapeur, à aubes de préférence.

Nous examinerons rapidement dans ce qui suit l'emploi des explosifs sous forme de charges superficielles et immergées, ainsi que les procédés de mise de feu. M. le chef de bataillon du Génie LAMBERT mentionne dans son rapport que, à Saumur en 1879—1880, on fit détoner une file continue de cartouches de dynamite n° 1 ficelées bout à bout sur des tringles, soit une longueur totale de 150^m et un poids de 100^{kg} d'explosif employé pour toute l'opération. La banquise présentait une épaisseur de 1^m et après l'explosion des charges on constata des fissures nombreuses rayonnantes, et un sillon de 0^m,40 de profondeur moyenne à l'aplomb des tringles supportant l'explosif (1).

Le bras gauche de la Seine à Bougival est barré par la machine et la chute de Marly, et un peu en amont par une passerelle destinée au ser-

(1) *Revue du Génie*, septembre-octobre 1891.

vice de l'écluse de Bougival. Déjà en 1879—80 les glaçons amoncelés en une formidable embâcle dans cet endroit resserré firent couler à fond, au moment de la débâcle occasionnée par le dégel, de nombreux bateaux et chalands immobilisés dans ce petit bras, où ils avaient primitivement cherché un refuge. Il convenait de chercher à éviter de semblables désastres et suivant le rapport de M. le Capitaine DE FÉLIX, du Génie (1), on employa donc en 1890—91 à Bougival, sur le petit bras de la Seine, recouvert d'un *ice-field* de 0^m,30 d'épaisseur, un chapelet de pétards de mélinite ou d'explosifs FAVIER espacés de 1^m environ, et reliés par du cordeau détonant. Les pétards avaient été préalablement déposés dans une rainure faite de main d'homme, et à une profondeur moyenne de 0^m,10. Une fois les charges placées on en effectua le bourrage en les recouvrant de neige. Après l'explosion on constata une coupure continue de 3^m de longueur, ce qui constituait déjà un petit chenal qu'on élargit rapidement. Grâce à ces travaux préparatoires, la débâcle s'opéra le 26 janvier 1891, sans accidents.

Dans les deux exemples que nous venons de citer on peut considérer les résultats acquis comme très bons. Il arrive que les fissures ne se propagent pas toujours aussi bien et pour obtenir un résultat convenable il devient utile de se servir d'une ligne non interrompue de pétards. C'est ce qui eut lieu pour une embâcle qui avait pris naissance le 10 janvier 1891 en amont du pont-route de Conflans-Andrésey. L'existence de cette banquise constituait un danger très sérieux pour ce pont, ainsi que pour celui du chemin de fer et pour le barrage d'Andrésey, situés en aval. Au moment de la débâcle, en effet, une telle barrière s'opposant au passage des parties supérieures en descente eût pu retenir momentanément les masses d'eau et de glaces venant de l'amont, pour les laisser se répandre ensuite avec une irrésistible impétuosité, à l'instant où la pression atteignant son maximum d'intensité eût dépassé les limites de résistance de cette barrière. C'était la destruction certaine des ouvrages d'art et des nombreux bateaux amarrés à la rive et emprisonnés à cet endroit. Un détachement de sapeurs du génie, sous le commandement d'un de nos camarades, M. le lieutenant TARDI, fut envoyé de Versailles pour, de concert avec le service des Ponts et Chaussées, procéder aux opérations de rupture de l'embâcle.

Avant de s'attaquer à l'embâcle du pont-route, il fallait préalablement rendre libre le bief entre celui-ci et le pont du chemin de fer, où la glace aurait pu s'opposer à la descente des glaçons détachés de l'embâcle. On disloqua cette nappe de glace de 0^m,10 d'épaisseur au moyen de files de pétards de mélinite (135^{gr}) espacés de mètre en mètre, et reliés au moyen de cordeau détonant. Les blocs de glaces détachés étaient ensuite débités à la hache par une équipe de marinières embauchés à cet effet.

(1) *Revue du Génie*, septembre-octobre 1891.

Une fois ce passage ouvert, commença le travail de rupture proprement dit: on s'occupa de dégager la première travée de la rive droite, soit $\frac{1}{4}$ de la largeur du fleuve, où la glace ayant 0^m,50 d'épaisseur ne se présentait pas néanmoins sous forme d'embâcle jusqu'à environ 100^m du pont, alors que sur les trois autres quarts l'épaisseur était de 1^m.

On commença, bien entendu, par l'aval, en pratiquant une coupure à la hache dans la glace, de façon à isoler un bloc rectangulaire d'environ 10^m de longueur (dans le sens du courant) sur 15^m de largeur. Pour amorcer les lignes de fragmentation on creusa à la hache cinq rainures en recoupement sur la surface du bloc; chacune d'elles recevait en son centre un pétard de 200^{gr} d'explosif FAVIER, posé à plat, et recouvert d'un bourrage de sable. On reliait ces pétards au moyen de cordeau détonant à la mélinite, et le feu était donné au moyen d'un bout de BICKFORD et de capsules de fulminate de mercure.

Les résultats après l'explosion étaient parfaits, et le bloc fragmenté était aussitôt entraîné par le courant. Les plus sérieuses difficultés furent celles que l'on rencontra à la coupure de l'embâcle proprement dite. Nous avons mentionné qu'à cet endroit l'épaisseur moyenne de la banquise dépassait 1^m, et les chapelets de cartouches étaient insuffisants pour déterminer un sectionnement complet des parties congelées. On eut recours à de véritables fourneaux de mines creusées à une profondeur de 1^m environ et qui étaient chargées de 2500^{gr} d'explosif FAVIER, constituées par des cartouches en nombre suffisant reliées à une tringle et recouvertes d'un bourrage de sable. La mise de feu était faite au moyen de l'électricité (amorces de fulminate disposées pour l'inflammation électrique, et coup de poing électrique, ce dernier fonctionnant sur la rive). La gerbe de l'explosion atteignait une trentaine de mètres, en produisant un entonnoir de 3^m de rayon, recombé par les débris de l'explosion, et fractionnait encore la glace au delà de ce rayon, de telle sorte que les sapeurs et les marins détachaient à la gaffe des blocs de fortes dimensions qu'ils envoyaient au fil du courant.

Sous ces glaçons en marche se dégageaient d'énormes quantités de bousin.

Quand ces glaçons présentaient un volume par trop considérable, ils étaient brisés de suite par la projection à leur surface d'un pétard de mélinite dont le cordeau porte-feu était allumé préalablement sur la berge.

En une semaine on ouvrit ainsi un chenal de 70^m environ de largeur et de 300^m de longueur. Le cube déblayé représentait 10 000^m de glace; on consumma 160^{kg} environ d'explosif.

La débâcle eut lieu dans la nuit du 24 au 25 et aucun des nombreux bateaux amarrés à la rive n'eut à souffrir, pas plus que les ouvrages d'art.

Nous nous sommes particulièrement étendus dans le compte rendu de cette opération par cela même qu'elle représente, à notre avis, une sorte

de résumé de l'emploi des charges superficielles pour les travaux spéciaux que nous traitons dans cette Note, et que ce déglacage à Conflans présente en somme les conditions les plus ordinaires vis-à-vis desquelles l'ingénieur, l'officier de marine et le capitaine peuvent se trouver.

De ce que nous venons de voir par l'exposé qui précède et d'après ce que nous avons pu reconnaître dans la pratique, l'emploi des charges superficielles ne donne qu'un résultat relativement faible.

Ce résultat est bien meilleur si l'on emploie les charges immergées formant torpilles, dont elles ont tous les effets augmentés du coefficient de l'excellent bourrage donné par la glace, qui double au moins les effets propres du bourrage fourni déjà par la masse liquide.

Voyons d'abord quels sont les effets extérieurs d'une charge immergée. Lors de la mise de feu, le fait de la brusque déflagration des poudres a pour conséquence immédiate la production d'une grande masse de vapeurs et de gaz élevés à la température de 2400° environ. Subitement ces corps élastiques se détendent, se développent et opèrent en tous sens un refoulement des molécules liquides, afin de se créer, dans le milieu ambiant, un logement qui puisse les contenir. Cette chambre affecte momentanément la forme d'une sphère, décrite du centre des poudres avec un rayon dont la longueur est tout d'abord restreinte.

Surviennent ensuite des effets consécutifs de deux sortes, les uns extérieurs, les autres intérieurs.

Cette énorme bulle de gaz qui vient de se former au sein de la masse liquide obéit incontinent aux lois de la pesanteur et tend avec vitesse vers le zénith. La sphère représentant la chambre aux gaz se transforme en ovoïde, et le nouveau solide a son grand axe vertical. Les proportions de cet ovoïde prennent aussitôt de l'ampleur. On ne tarde pas à voir à la surface libre du fleuve ou de la mer un soulèvement rapide qui s'emboutit en dôme. Puis apparaît un grand segment sphérique, et la bulle ovoïdale vint crever le sommet de ce segment pour s'échapper enfin dans l'atmosphère.

On conçoit que si, à son arrivée à la surface liquide, la bulle ovoïde rencontre une couche de glace qui l'empêche de se répandre dans l'atmosphère, l'énergie des gaz dont elle est composée s'épuise contre cette résistance secondaire qui leur est opposée par la surface congelée pour leur libre diffusion dans les airs, et que les glaçons ne tardent pas à être disloqués sur une grande étendue et crevés à l'aplomb de la ligne de moindre résistance du fourneau immergé.

D'autre part, les effets intérieurs d'une explosion sous-aquatique consistent en une commotion violente que subissent les points circonvoisins de la charge immergée. Ce mouvement de trépidation dont le mouvement s'étend loin résulte de l'expansion des gaz de la matière explosive, lesquels frappent brusquement et refoulent de toutes parts le milieu dans lequel ils se développent. L'eau étant un milieu incompressible transmet

aussitôt choc et refoulement dans toutes les directions. Cet ébranlement se propage dans la masse liquide avec une vitesse de 1400^m à la seconde et donne ainsi naissance à une onde dont la puissance décroît proportionnellement au carré de la distance. On a donc intérêt, dans ces conditions, à immerger à une faible profondeur dans le liquide les charges que l'on veut faire détoner sur le champ de glace, de manière à bénéficier simplement d'un bourrage naturel suffisant donné par le liquide incompressible, obtenir une onde convenable à la dislocation de la surface congelée tout en permettant à l'énergie des gaz développés d'opérer le bris du meilleur des glaçons, et cela en ne perdant pas de vue qu'on doit employer l'explosif avec économie.

Comme on opère quelquefois dans le voisinage des bateaux, il convient de limiter les effets des charges immergées à ces rayons relativement restreints; car il est important de ne pas oublier que cette commotion intérieure produite au sein du liquide et due à la puissance de détente des gaz est loin de constituer un phénomène inoffensif pour les corps plongés. Jusqu'à une certaine distance du centre d'explosion, distance qu'on peut appeler le rayon de rupture, l'onde de refoulement fait brèche aux corps plongés; par delà cette zone et jusqu'à d'autres limites, elle les écrase ou y cause des avaries.

On le voit, si ces phénomènes sont avantageux pour le bris des glaces, il n'en est pas de même pour les coques de bateaux et navires qui pourraient se trouver dans le rayon de rupture. C'est pourquoi tout près d'une carène, on ne saurait se servir sans risques graves de charges immergées pour les travaux de déglacage; il faudrait recourir aux charges superficielles ou aux procédés mécaniques.

Il nous paraît assez difficile de fixer exactement les limites de la zone dangereuse développée à l'issue d'une explosion de charge immergée et ces lois ne sauraient se condenser en formules algébriques; la charge immergée, le milieu, l'épaisseur des glaces, la distance des corps plongés à la charge, sont autant de facteurs des plus variables.

Il nous semble ardu de procéder autrement que *par expérience*, pour trouver le rayon du cercle dangereux. Toutefois, il est à noter que les effets latéraux d'une charge immergée sont moindres que les effets verticaux.

Avec les explosifs employés ou fournis par le Génie militaire, à la requête du Génie civil, la dépense est relativement forte. Pour les besoins du Commerce et de l'Industrie, où les intérêts des particuliers visent à la plus complète économie, on a cherché à combiner des explosifs à bon marché et destinés néanmoins à produire des résultats d'une puissance presque égale aux explosifs de guerre: telles sont les poudres de sûreté inventées par le colonel du Génie FAVIER, qui prennent rang parmi les hydrocarbures nitrés (azotate d'ammoniaque et *nitro-naphtaline*.)

La dynamite ou nitroglycérine a le grave inconvénient de geler à + 8°, ce qui à, des températures de -10° à -16°, en rend le transport des

plus dangereux. Généralement on suppose à tort qu'il est de toute nécessité de faire dégeler la dynamite pour s'en servir d'une façon efficace. Outre que cette opération de dégel présente de sérieux dangers, elle est souvent précaire, et toujours longue. On s'en affranchira en amorçant les cartouches avec des capsules de fulminate à 2^{es}.

La mélinite, employée par le Génie militaire pour le compte des administrations de l'État ou des particuliers, revient à l'intéressé à 7^{fr},50 le kilogramme. C'est donc un explosif de prix élevé.

Les effets dynamiques des poudres de sûreté FAVIER répondent largement aux besoins quelconques créés par les travaux spéciaux de déglacage qui nous occupent.

Ces explosifs ont l'avantage sur la dynamite d'être insensibles à la gelée et sur la mélinite de ne coûter que 3^{fr} à 3^{fr},50 le kilo. Ces poudres peuvent comme la mélinite être transportées sans aucun soin spécial. Elles ne sont pas assimilées sur les chemins de fer aux marchandises dangereuses, pourvu qu'elles ne voyagent que séparées des amorces de fulminate. Les explosifs FAVIER, qui sous l'action d'un corps enflammé demeurent inertes et qui résistent aux chocs violents, ne détonent que sous l'influence de capsules ou de détonateurs au fulminate de mercure. Ils ont par conséquent les mêmes propriétés avantageuses que la mélinite. Nous les préconisons. Les détonateurs pour les poudres de sûreté FAVIER sont calculés à raison de 1^{er} minima de fulminate de mercure. L'amorçage des cartouches se fait comme avec les cartouches de dynamite, en pratiquant un trou au centre de la matière pulvérulente contenue dans le milieu de la cartouche, après avoir relevé les bords du papier extérieur qui enveloppe cette dernière et en y enfonçant complètement la capsule. On fixe ensuite la mèche au papier au moyen d'une ficelle. On doit mettre le détonateur dans une cartouche entière afin d'avoir une énergie initiale plus puissante. Il n'y a pas à craindre l'inflammation préalable du produit par le contact de la mèche, comme avec les dynamites; car les poudres FAVIER sont nous l'avons dit, incombustibles. On peut donc enfoncer le détonateur aussi profondément que possible; il se trouve ainsi mieux préservé contre les chocs, dans le bourrage à sec.

La conservation des explosifs FAVIER ne réclame comme précautions que de les emmagasiner dans des locaux non humides, de disposer les caisses sur des traverses ou chantiers, et de ne pas ouvrir les cartouches. Il va de soi, en effet, que si ces cartouches sont ouvertes ou brisées et demeurent ainsi longuement en magasin, elles deviennent inutilisables, comme tous les explosifs d'ailleurs, contenant des hydrocarbures nitrés, et principalement du nitrate d'ammoniaque, et c'est le cas.

Les ratés ne proviennent pas, la plupart du temps, de l'explosif, mais bien des détonateurs ou capsules de fulminate qu'on a eu le tort de laisser imprégner d'humidité; il est donc de toute nécessité de conserver les capsules parfaitement au sec, et d'éviter en les manipulant de les

heurter ou d'y laisser introduire des corps durs dont le moindre inconvénient serait de faire éclater la capsule entre les mains de l'opérateur, sinon de le blesser grièvement lui-même.

Pour les charges immergées on peut également employer la poudre noire ordinaire. C'est ce que nous fîmes il y a quelques années pour briser des glaces de 21^m environ, d'épaisseur presque uniforme, dans un bassin de 3025^m de superficie. Nous fîmes prendre des bouteilles dites de Saint-Galmier, qui représentent une capacité de 0^{lit},95 environ, et dans lesquelles on déposa 600^{gr} de poudre noire. On fermait ces bouteilles au moyen de bouchons de liège commun, perforés à la queue de rat pour le passage du Bickford imperméable dont un bout était noyé dans la poudre. On coiffait le bouchon d'une enveloppe de mastic de vitrier, l'unissant intimement au cordeau porte-feu qui le traversait à frottement dur, et au goulot. Un fil de fer formant boucle était serré au col de la bouteille que l'on accrochait, après avoir allumé le bout libre du Bickford à un croc fixé à l'extrémité d'une gaule de 6^m environ. Un trou à bord en sifflet était creusé à la hache et à la pioche dans la glace, un peu en arrière de la partie que l'on cherchait à briser. On introduisait cette gaule, en l'inclinant le plus horizontalement possible, sous le champ de glace, en poussant aussi loin qu'on le pouvait le trou d'entrée, la bouteille toujours accrochée. La longueur du Bickford était calculée pour une minute de combustion. La partie émergente était terminée par un œil de pie en filin auquel on fixait le crochet d'un sac de sable pour maintenir cette gaule le plus près possible de l'horizontale et la retenir sur le champ de glace.

L'explosion en se produisant disloquait la surface congelée sur un rayon de 6^m environ et la fendait un périmètre double. On pourrait opérer de même en eaux courantes et obtenir des résultats aussi satisfaisants. (Ce système, ou un analogue, serait employé par les Allemands; nous n'étions point au courant de ce fait, quand nous procédâmes ainsi que nous venons de l'indiquer.)

Pour donner le feu aux charges, on se sert d'une fusée lente désignée aussi sous le nom de *fusée de sûreté* ou de *cordeau Bickford*. C'est un filet continu de poudre fine fortement tassée dans un canal de 3^{mm}, existant au centre d'une corde composée elle-même de deux enveloppes en étoupe ou en fil goudronné enroulées en spirale l'une sur l'autre et en sens contraire. Le diamètre extérieur de la corde est d'environ 5^{mm}. Telle est sa composition générale. Le cordeau Bickford imperméable, qui doit être utilisé de préférence dans les travaux de déglacage, est recouvert d'une enveloppe en gutta-percha ou en caoutchouc. Cette fusée lente brûle régulièrement, même sous l'eau, à des profondeurs de 10^m, avec une vitesse de 1^m en quatre-vingt-dix secondes.

Avant de se servir de cet artifice, il faut toujours avoir soin d'en vérifier le bon état, notamment qu'il n'est pas écrasé à certains endroits, et

qu'il n'existe pas de solutions de continuité. Il est bon de faire brûler à l'air libre une longueur de 1^m à 2^m prélevés sur le paquet de Bickford qu'on se dispose à mettre en œuvre, et d'en vérifier ainsi préalablement la vitesse de combustion.

On peut laisser séjourner cette fusée imperméable sous l'eau pendant plusieurs jours. Elle offre donc d'excellentes garanties pour la mise de feu aux charges immergées quelques secondes et destinées à la dislocation des champs de glace.

Pour mettre le feu à une charge, on coupe un morceau de Bickford de longueur convenable pour permettre à la personne de s'éloigner avant l'explosion, en se basant sur la durée de combustion de 1^m en quatre-vingt-dix secondes. Dans la capsule de fulminate, on enfonce le bout de Bickford jusqu'à refus, et à toucher le fulminate. On enfonce ensuite la capsule ainsi amorcée dans la charge préalablement renfermée dans un récipient clos quelconque, étanche, et en ayant soin d'assembler au moyen d'un peu de mastic chatterton (1) la partie du Bickford passant par le col dudit récipient. Nous venons de dire qu'ayant à faire détoner des charges immergées, et cela une minute environ après leur introduction dans l'eau, nous nous servîmes simplement, pour luter les Bickfords à l'orifice des récipients, de mastic très gras de vitrier, qu'un marinier préservait du gel jusqu'au moment de l'emploi, en le roulant en permanence dans ses mains. Ce moyen primitif nous réussit fort bien.

L'emploi du Bickford est, à notre avis, le meilleur procédé pyrotechnique de mise de feu.

Dans les procédés électriques pour la mise de feu, le mieux, en raison des conditions atmosphériques dans lesquelles on se trouvera l'hiver, est, pour produire le potentiel électrique, de ne pas se servir de piles qui nécessitent un liquide excitateur susceptible de geler lui-même. A cause de ce gros inconvénient, il faut avoir recours de préférence à un appareil magnéto-électrique pour la mise de feu aux amorces. Tel est l'exploseur coup de poing qui fonctionne convenablement par tous les temps et qui est d'un poids peu élevé.

Cet exploseur, construit par BREGUET, est constitué par un aimant en U formé de plusieurs lames d'acier superposées; autour des deux pôles sont fixées des bobines, enroulées de telle sorte que leurs effets s'ajoutent, et reliées au circuit qui contient les amorces. Une armature de fer doux, appliquée sur les pôles, peut tourner autour d'une charnière parallèle à la ligne des pôles; elle est commandée par un levier coudé terminé par

(1) Le chatterton est livré dans le commerce sous forme de bâtons qui doivent être conservés dans un endroit frais. C'est un mélange de gutta-perche, de goudron et de résine. Avant de s'en servir, il faut le ramollir en le soumettant à l'action de chaleur. On peut utiliser pour cela la flamme d'une bougie que l'on tient à une distance convenable des poudres et artifices de transmission de feu.

L'enduit étant mis en place, on le pétrit avec les doigts mouillés pour lui donner la forme convenable.

un bouton qu'on frappe fortement avec le poing; l'armature s'écarte brusquement, produisant dans les bobines un courant induit; mais un ressort, porté par le levier coudé, vient toucher une vis de butée et maintient les bobines en court-circuit pendant la première partie de la rotation; c'est seulement à la fin, lorsque l'extracourant s'ajoute au courant induit, que le ressort abandonne la vis, lançant le courant total dans le circuit des amorces. Le réglage de la vis de butée a donc une importance assez grande; il faut qu'il soit fait de telle façon que le ressort ne quitte la vis de butée qu'après que l'armature a abandonné elle-même le contact de l'aimant, mais aussitôt après ce moment. Un verrou, dit de sûreté, qu'on ne doit ouvrir qu'à la seconde même où l'on a à provoquer l'explosion des amorces, immobilise l'armature pour empêcher les accidents.

Deux bornes sont placées à la partie postérieure de l'appareil; c'est entre ces deux bornes que ces amorces doivent être disposées en tension, c'est-à-dire que le fil partant de la première borne doit aboutir à l'un des fils de la première amorce; l'autre fil de cette amorce est relié à l'un de ceux de la deuxième amorce; le deuxième fil de celle-ci à la troisième et ainsi de suite jusqu'à la dernière, dont le deuxième fil doit être relié à la deuxième borne de l'exploseur pour les fourneaux compassés que nous définirons plus loin. Si l'on ne veut faire exploser qu'une charge, le premier fil de la première borne aboutit à un des fils de l'amorce, dont l'autre fil est joint au fil deuxième venant se fixer à la deuxième borne de l'exploseur. Nous avons dit antérieurement que les amorces doivent être placées vers le centre de la charge de poudre ou enfoncées dans le milieu de la cartouche de l'explosif dont elles sont appelées à provoquer la déflagration.

Le courant d'induction produit étant un courant de haute tension, la distance entre les amorces par conséquent entre les fourneaux ou les cartouches et l'exploseur n'a plus d'importance et peut être considérable sans inconvénient. L'exploseur du petit modèle, pesant 2^{kg},750, peut enflammer deux amorces; le modèle moyen, pesant 8^{kg},500, enflamme huit amorces; le grand modèle, du poids de 10^{kg},500, enflamme douze amorces. Le modèle moyen nous semble le plus pratique.

Il faut toutefois bien soigner les ligatures des câbles conducteurs avec les amorces, pour bien assurer les contacts; il sera bon d'aviver, en les grattant avec un couteau, les bouts dénudés des fils destinés à être reliés ensemble; les ligatures doivent être ensuite recouvertes de feuilles isolatrices en guttapercha, en baudruche ou en papier, pour éviter leur contact avec le sol ou la glace.

Il faut avoir soin de tirer le moins possible sur les fils amorces, sous peine de les arracher ou de détériorer l'amorce. Nous avons indiqué précédemment que les amorces de fulminate doivent toujours être tenues à l'abri de l'humidité (1).

(1) Avec l'exploseur on peut employer des amorces électriques ABEL.

En ce qui a trait à la grosseur des fils conducteurs, on se trouvera bien d'employer les dimensions suivantes :

Le fil en cuivre rouge destiné à relier les amorces entre elles aura cinq dixièmes de millimètre et sera recouvert de substance isolatrice (gutta) de deux millimètres. Les fils en cuivre rouge destinés aux conducteurs maîtres auront sept à neuf dixièmes de millimètre et seront, en outre de leur enveloppe isolatrice en gutta, recouverts d'un guipage en coton. Il est plus commode de se servir de conducteurs doubles, c'est-à-dire placés côte à côte, isolés, et réunis par un guipage de coton.

Les amorces électriques sont confectionnées comme les amorces ordinaires en fulminate, mais avec l'adjonction d'une certaine quantité de fulmi-coton dans lequel est noyée la spirale de platine destinée à rougir au moment du passage du courant.

En ce qui concerne le calcul des charges, il convient de rappeler ici la règle des mineurs :

Pour obtenir en kilogrammes la charge d'un fourneau ordinaire dont la ligne de moindre résistance H est donnée en mètres, faire le cube de cette longueur et multiplier le résultat ainsi obtenu par un coefficient G qui dépend de la nature du terrain.

Cette règle se traduit par l'expression.

$$c = gh^3$$

On comprend que, pour la glace, il y ait beaucoup d'incertitude dans le choix du coefficient d'un milieu aussi variable. Dans une très remarquable étude militaire du cassage des glaces (2), M. le capitaine du génie BERTRAND dit que si l'on opère par fourneaux ordinaires dans une banquise de manière à former une ligne d'entonnoirs jointifs on peut essayer la formule $c = gh^3$, où c étant exprimé en kilogrammes et H en mètres g est égal à 1 pour la poudre et 0,5 pour la dynamite, et il ajoute que cette formule suppose que le bourrage est exécuté dans de bonnes conditions.

Nous croyons que, pendant les fortes gelées et avec l'emploi de poudre, on peut assimiler la glace à la mauvaise maçonnerie et, dans ce cas, $g = 3$, ce qui, pour un fourneau placé à 1^m,50 de profondeur dans une banquise de consistance égale à une maçonnerie de qualité inférieure, donnerait une charge de 10^{kg},10 de poudre par fourneau, et à un mètre de profondeur, 3 kg.

Pour les explosifs FAVIER, on calculera les charges en se basant sur les proportions suivantes :

1°. Pour 1 en poids de dynamite n°. 1, prendre 1 en poids d'explosif FAVIER n°. 1 ;

2°. Pour 1 en poids de poudre comprimée n°. 1, prendre $\frac{1}{3}$ et $\frac{1}{2}$ d'explosif FAVIER n°. 1 ;

(2) *Revue du Génie* de septembre-octobre 1891.

3°. Pour 1 en poids de poudre en grains n°. 1, prendre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{3}$ d'explosif FAVIER n°. 1.

Il faut, en bourrant, éviter d'écraser les cartouches, ce qui en augmenterait la densité.

Les chiffres ci-après indiquant la sensibilité des explosifs FAVIER à l'action du fulminate de mercure en raison de leur densité, montrent combien il est important de ne pas augmenter la densité de l'explosif dans le fourneau.

A une densité de

1	l'explosif exige une capsule de 0,75 gr. de fulminate				
1,10	"	"	"	"	1,25 "
1,20	"	"	"	"	1,50 "
1,25	"	"	"	"	2,00 "
1,30	"	"	"	"	3,00 "
1,40	"	"	"	"	3,50 "
1,45	"	"	"	"	4,00 "
1,50	"	"	"	"	5,00 "

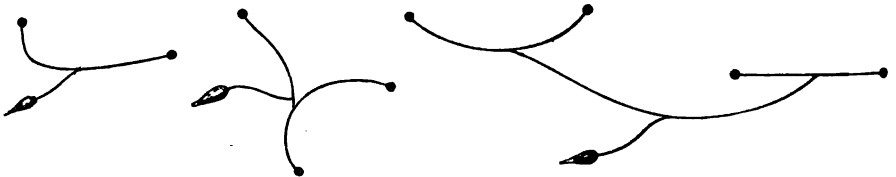
On voit que si, par une compression mal comprise, on donne à l'explosif à une densité de 1 une densité de 1,50, au lieu d'une capsule de 0^{gr},75 de fulminate, il en faudra une de 5 gr.!

Pour donner le feu au même instant à plusieurs charges ou fourneaux, il faut compasser les feux, c'est-à-dire s'organiser de manière que, du point de départ de mise de feu jusqu'aux charges ou fourneaux, le développement du cordeau Bickford soit le même, de façon que les charges explosent simultanément. On pourra se servir des dispositifs suivants (fig. X, Y, Z), en évitant les angles droits et les coudes trop accentués qui seraient des causes retardatrices dans la progression régulière de la combustion du Bickford, dont on n'oubliera pas qu'elle est de 1 m. en 90 secondes. Dans les raccords on veillera avec le plus grand soin à ce que les parties de Bickford en contact soient parfaitement réunies, liga-

Fig. 4.
X.

Fig. 5.
Y.

Fig. 6.
Z.



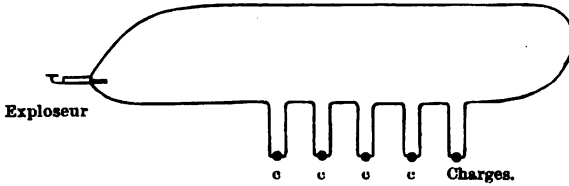
turées et recouvertes, de manière à éviter toute solution de continuité, de la fusée porte-feu.

Pour les explosions simultanées par l'électricité, deux procédés peuvent être utilisés:

1°. La méthode du circuit unique, où les amorces sont placées dans le même circuit et le même courant les traverse toutes. C'est le moyen qui sera le plus usité dans les travaux de déglacage.

Exemple:

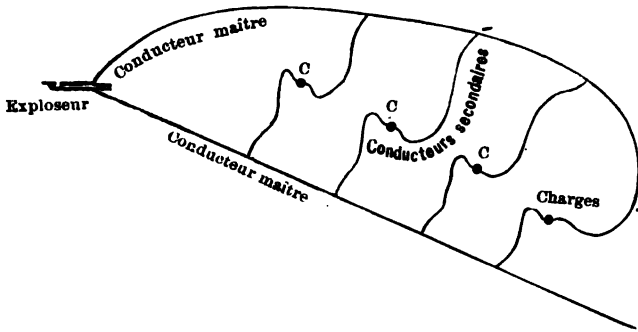
Fig. 7.



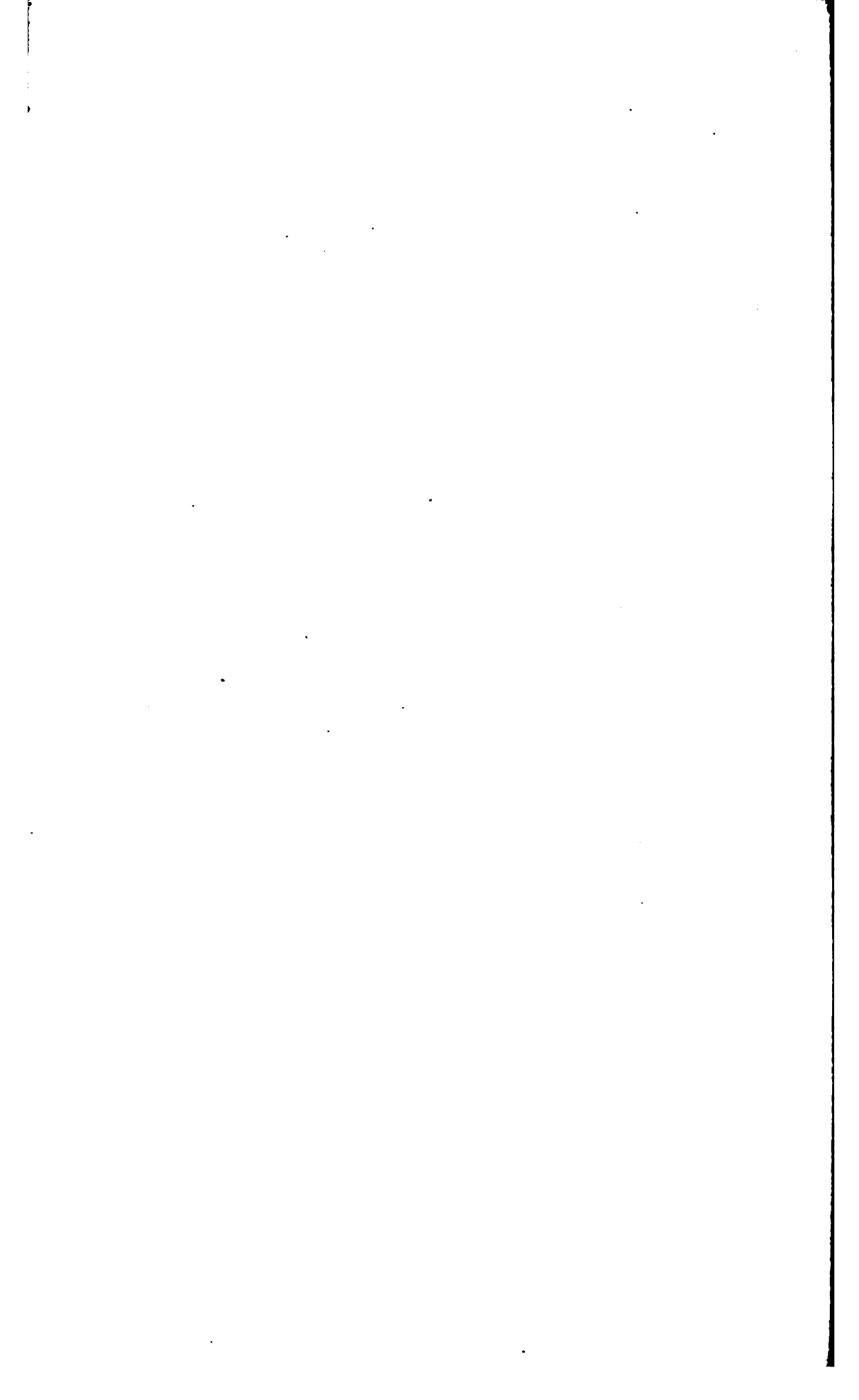
2°. La méthode des circuits dérivés, où chaque amorce est placée dans un circuit particulier, formé par les conducteurs secondaires qui y aboutissent et que l'on relie aux deux conducteurs maîtres en formant ainsi une succession de dérivés.

Exemple:

Fig. 8.







VI^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

LA HAYE, 1894.

3^e QUESTION.

**Moyens de prévention des chômages
par la gelée,**

PAR

MM. A. A. BEKAAR

ET

J. NELEMANS,

Ingénieurs du Waterstaat.

LA HAYE,

Typ. de BELINFANTE FRÈRES, A. D. SCHINKEL Succ..

PAVELJOENSGRACHT, 19.

1894.



DeGrand fund

Sixième Congrès international de Navigation intérieure

LA HAYE. 1894.

Moyens de prévention des chômages par la gelée,

PAR

MM. A. A. BEKAAR et J. NELEMANS,

Ingénieurs du Waterstaat.

INTRODUCTION.

Les chômages de la navigation, causés par la glace, apportent au commerce et à l'industrie un préjudice, qui surpasse peut-être celui, causé par les chômages périodiques, amenés par l'exécution de travaux; parce que les chômages par la glace se présentent à un moment, en quelque sorte inattendu et imprévu, et que toutes les voies navigables d'un centre commercial ou industriel y sont soumises à la fois et au même degré.

Pour les canaux, conduisant à une rivière dans la partie supérieure de son cours, la question de prévenir les chômages de la navigation par la glace sera d'un intérêt subordonné, parce que dans ces temps celle-ci ne sera plus navigable quand-même.

Il en sera de même pour les canaux, fréquentés seulement par des bateaux d'intérieur; ceux-ci en effet sont construits pour la plupart en bois, et par là sont plus exposés aux avaries des glaçons; en outre ils ne possèdent pas les moyens nécessaires de traction ou de propulsion.

Quoique la question de réduire par des moyens artificiels la durée des chômages par la glace peut être d'importance pour les canaux de navigation intérieure, il faut cependant en premier lieu s'occuper des canaux maritimes, pour lesquels la question de prévenir ces chômages ou, le cas échéant, d'en réduire la durée, est d'un intérêt spécial. Dans ce qui suit nous donnerons un aperçu de ce qui a été fait à cet égard aux canaux maritimes d'Amsterdam à la Mer du Nord et de Gand à Terneuzen pendant l'hiver de 1890—1891, pour finir par quelques conclusions, qui nous semblent dictées par l'expérience.

Les données suivantes sur les principales périodes de forte gelée depuis

1828, d'après des observations, faites à Amsterdam, peuvent avoir quel-qu'intérêt pour la question qui nous occupe.

Hiver de	Commencement	Fin	Température minima.	
	de la période de gelée.		Date.	Degrés Fahrenheit.
1828/29	22 Déc.	26 Janv.	23 Janv.	3
1838	7 Janv.	20 Janv.	19 Janv.	2
	3 Févr.	22 Févr.		
1847/48	19 Déc.	28 Janv.	19 Janv.	7
1850	8 Janv.	25 Janv.	21 Janv.	4
1855	16 Janv.	27 Févr.	17 Févr.	5
	13 Déc.	24 Déc.	21 Déc.	9
1860/61	25 Déc.	17 Janv.	16 Janv.	8
1864	Dern. jours de Janv.	Dern. jours de Mars.		
1870	19 Janv.	23 Févr.		
1870/71	Prem. jours de Déc.	15 Févr.	11 Févr.	7
1879	1 Déc.	28 Déc.	9 Déc.	11
1880	11 Janv.	5 Févr.		
1890/91	6 Déc.	22 Janv.	30 Déc.	5

CANAL D'AMSTERDAM A LA MER DU NORD (NOORDZEEKANAAL).

La description du canal se trouve dans le guide-programme du Congrès; il est donc inutile de la répéter ici.

Déjà depuis 1880 on avait pris des mesures pour prévenir ou réduire autant que possible les chômages par la glace sur ce canal. Une Société, nommée „de IJsploeg” (le Brise-glace), constituée en 1879, avait fait construire un brise-glace qui fut attaché solidement à un ou deux remorqueurs par des boulons, des chaînes et des solives.

Le brise-glace, construit en tôle et cornières, avait une largeur de 14 m. à peu près sur toute sa longueur; à l'extrémité postérieure se trouvait une espèce de cavité pour recevoir les remorqueurs, longue de 10 m.; la longueur totale était à peu près de 20 m.; la hauteur était de 0,17 m. à l'avant et 2,43 m. à l'arrière.

En faisant usage de lest d'eau ou en fonte, on pouvait faire glisser à volonté la partie antérieure sur la glace ou au-dessous. Les glaçons brisés se déchargeaient à côté, soit sous la glace, d'où ils retournaient pour la plupart dans le chenal, soit sur les banquettes, bornant les bords du chenal.

Le poids du brise-glace était de 84000 Kg.; les frais de construction s'élevaient à 26280 florins.

Les bateaux, qui passaient par le canal dans les temps de gelée, furent

protégés contre les endommagements par les glaçons au moyen de plaques en tôle, suspendues à hauteur d'eau et larges d'environ 1 m.

La forme du brise-glace ne permettait pas de faire facilement des manœuvres dans toutes les directions voulues, quand la glace avait quelque épaisseur. On se bornait à faire un chenal de 14 m. de largeur, dans lequel le croisement et l'évitement des bateaux n'étaient pas possibles.

La gare d'évitement était formée par les deux ouvertures du Hembrug (pont du chemin de fer d'Amsterdam à Zaandam, à 7 Km. d'Amsterdam).

La vitesse des bateaux à vapeur, ordinairement de 150 à 250 m. par minute, fut réduite à 100 m. pendant les gelées assez fortes. On prenait cette précaution afin de prévenir l'encombrement du chenal, formé par le brise-glace, par les grands glaçons sur les larges berms submergées du canal, qui auraient pu se détacher des berges.

Les résultats obtenus étaient satisfaisants dans les hivers ordinaires, quand, par exemple, l'épaisseur de la glace ne dépassait pas 20 centimètres. Surtout les dégâts, causés par les glaçons aux hélices des remorqueurs, servant à la propulsion du brise-glace, étaient un grand inconvénient, tandis que les remorqueurs disponibles n'étaient pas toujours assez puissants. Pour des épaisseurs de glace de 10 à 20 centimètres environ, deux remorqueurs de 50 chevaux suffisaient ordinairement.

Les frais d'exploitation étaient très variés; ils pouvaient monter jusqu'à 400 à 450 florins par jour, tout compris.

La Société, qui exploitait le brise-glace dans l'intérêt de la navigation, trouvait ses revenus dans une taxe de 1½ cents par m³. des vaisseaux de mer, navigant sur le canal depuis le mois de Novembre jusqu'à Mars.

C'est par les dits moyens que la Société avait rendu, jusqu'à sa dissolution en 1890, de véritables services à la navigation quoiqu'on ne puisse nier, que pour les hivers rigoureux ces moyens n'étaient pas suffisants.

L'hiver de 1890/91 en a fourni la preuve.

Laissant de côté la gelée peu importante de Novembre, on peut prendre le 5 Décembre pour le commencement de la gelée, qui a duré presque sans interruption jusqu'au 22 Janvier.

L'épaisseur de la glace était :

le 21 Décembre : à Ymuiden de 20 cm. ; au Hembrug 34 cm. ;
le 20 Janvier : à Ymuiden de 45 cm. ; au Hembrug 58 cm. ;

puis elle a diminué graduellement jusqu'à 25 à 30 cm., épaisseur qu'elle avait le 26 Janvier. A partir de ce jour les glaçons furent transportés à la mer par les chasses.

Le port d'Ymuiden fut toujours accessible pour les bateaux, mais quelquefois non sans grande peine, surtout pour les petits bateaux, pour lesquels le secours de forts remorqueurs était indispensable.

Le 7 Décembre la glace commença à être gênante pour les petits bateaux, et le 10 du même mois la direction de l'ancienne Société, qui avait été dissoute l'année précédente, et qui allait céder son matériel à une nouvelle Société, non encore constituée, crut devoir faire un effort pour remédier à la situation, en mettant en service le brise-glace. Malheureusement dès le 14 des dégâts à l'hélice mirent le remorqueur hors de combat, et un brise-glace plus petit n'était pas capable d'ouvrir un chenal suffisant.

Sur la demande de quelques commerçants d'Amsterdam, le 17 Décembre deux navires de guerre cuirassés (monitors) furent mis en service par M. le Ministre de la Marine, pour tâcher de briser la glace; l'un, parti d'Amsterdam, fut bientôt tout à fait bloqué par les glaçons; l'autre, parti d'Ymuiden, fut réduit à l'impuissance après un parcours de 7 Km. par la rupture de son hélice. La navigation demeura tout à fait interrompue jusqu'au soir du 19. Ce jour le bateau à vapeur „Sea-horse” brisa la glace à côté du vaisseau de guerre près d'Ymuiden, et entreprit le voyage d'Amsterdam, suivi de cinq autres bateaux et du vaisseau de guerre, tandis que le 20 et le 21 neuf bateaux à vapeur, qui avaient attendu le passage des navires, allant à Amsterdam, près du Hembrug, firent le trajet de là à Ymuiden. Pour le passage des bateaux près du Hembrug des chenaux furent ouverts par main-d'œuvre et par un petit brise-glace.

Du 21 jusqu'au 28 Décembre la navigation fut possible sans beaucoup de difficultés.

Le 28 Décembre le bateau à vapeur „European”, parti d'Amsterdam, fut bientôt arrêté par l'endommagement du gouvernail, tandis que le 29, près de Buitenhuisen, l'„Amstelstroom” devait cesser son voyage à cause de la rupture de l'hélice. Le passage d'autres bateaux était devenu impossible, et le froid rigoureux du 29 jusqu'au 31 Décembre coïncidant avec ces désastres, une nouvelle et sérieuse interruption de la navigation avait commencé.

Le 2 Janvier on constitua à Amsterdam une Société pour la favorisation des intérêts généraux de la navigation (Vereeniging tot behartiging van algemeene scheepvaartbelangen). Cette Société consacra ses premiers soins énergiques au rétablissement de la navigation interrompue.

On se proposa de faire un chenal par main-d'œuvre et par un bateau à vapeur, la „Koningin Emma”, arrêté près d'Ymuiden par la glace, et qui ferait fonction de brise-glace. La glace fut divisée par des sillons, taillés à la hache, en rectangles de 3 à 4 m. de largeur et de 7,5 m. de longueur; quand cette division fut faite sur une certaine étendue du canal, le steamer acheva de faire un chenal de 15 m. de largeur environ, aussi loin que le permettaient les circonstances; il fut suivi par d'autres bateaux.

Le passage se fit assez lentement, et les opérations furent très coûteuses;

pour ces raisons on demanda à M. le Ministre de la Guerre l'assistance du service des torpédistes pour briser la glace au moyen de matières explosibles. Ce secours fut accordé, et après quelques essais on commença le 10 Janvier.

Comme auparavant la glace fut divisée en rectangles; les charges de poudre à canon de 4 à 10 Kg., contenues dans des cruches en terre cuite, furent descendues jusqu'à 1 à 1,5 m. sous la glace dans le sillon du milieu, à des distances de 10 m. environ.

L'explosion avait lieu par un exploseur électrique de SIEMENS et HALSKE.

Ordinairement les trous formés avaient un diamètre de 5 à 15 m., tandis que la glace était fendue à une distance de 5 à 10 m.

Le bateau à vapeur poursuivit sa route à travers les glaçons après l'explosion de quelques mines.

En somme 838 explosions ont été faites, usant 5026 Kg. de poudre à canon.

Le trajet de la „Koningin Emma” depuis 0,8 Km. d'Ymuiden jusqu'à Amsterdam (25 Km.) dura depuis le 3 jusqu'au 25 janvier; le steamer fut suivi par douze autres bateaux à vapeur.

Le 23 Janvier le dégel commença, et le 25 la navigation fut rétablie.

Les dépenses de la Société pendant l'hiver 1890—1891 avaient épuisé tous ses moyens; elles s'élevaient à la somme de 45000 florins, non compris les frais de la poudre à canon, etc., qui se sont élevées à 5250 florins.

Après l'expérience de l'hiver rigoureux de 1890—1891, la Société s'empessa de nouveau de créer des moyens plus énergiques pour prévenir des chômages de la navigation par la glace. Elle envoya une commission à Stettin pour étudier la question, et reçut un rapport très favorable sur les brise-glace, employés sur l'Oder et le Stettiner Haf.

La Société fit construire en 1893 deux brise-glace par la „Stettiner Maschinenbau-Aktiën-Gesellschaft „Vulcan” à Bredow-Stettin, dont les principales dimensions, etc. sont les suivantes :

	Brise-glace.	Brise-glace.
	No. 1.	No. 2.
Longueur	43 m.	32 m.
Largeur	10,80 m.	8,50 m.
Profondeur de la cale	5,30 m.	3,90 m.
Tirant d'eau en arrière pendant le brisement de la glace	5 m.	4 m.
Machine	triple expansion.	compound.
Chevaux-indicateur	830	350
Nombre de chaudières	2	2
Surface de chauffage de chaque chaudière	165 m ² .	130 m ² .
Pression de la vapeur	11 atmosphères.	8 atmosphères.
Dépenses	191400 florins.	81600 florins.

La coupe transversale des bateaux brise-glace est à peu près ovale ; la quille a une pente assez forte, de sorte que la partie antérieure du bateau se pose sur la glace et brise les glaçons par son poids ; ces derniers se déchargent pour la plupart de côté sous la glace, mais retournent dans le chenal par le mouvement, causé par l'hélice. Le point le plus élevé de l'hélice se trouve à une profondeur d'au moins 1,25 m. sous la flottaison de l'eau.

Dans les hivers rigoureux le bateau n° 1 servira seulement pour briser les glaces dans le canal, le n° 2 pour faciliter l'accès des ports et des docks et pour l'assistance des vaisseaux.

La Société a fourni un capital de 350000 florins pour l'achat, l'entretien et l'exploitation des brise-glace ; les frais d'entretien, d'amortisation, etc. sont évalués à 27000 florins par an ; ceux d'exploitation pendant la gelée pour le n° 1 à 135 florins par jour ; pour le n° 2 à 90 florins par jour.

La Société reçoit par an des subventions de 27000 florins pour les frais d'entretien, etc. et de 9000 florins au maximum pour les frais d'exploitation. Le Gouvernement néerlandais, la Province de la Hollande Septentrionale et la ville d'Amsterdam contribuent respectivement pour un tiers dans ces sommes.

L'hiver de 1893—1894 n'a pas fourni d'occasion favorable pour faire des expériences décisives sur les résultats qu'on espère obtenir sur le canal d'Amsterdam, puisque la glace brisée n'avait qu'une épaisseur de 0,20 m. au maximum ; les bateaux n'ont fait qu'un nombre restreint de voyages, et en outre le personnel n'était pas suffisamment exercé. C'est probablement pour cette dernière raison que les manœuvres surtout, le mouvement en arrière et le revirement, ont offert des difficultés, quoique les bateaux brise-glace de Stettin, absolument semblables à ceux d'Amsterdam, permettent une exécution parfaite de ces manœuvres, même dans des glaces d'une épaisseur assez considérable.

Les évitements et les croisements se sont faits cependant sans aucune difficulté.

CANAL DE GAND À TERNEUZEN.

Description.

L'entrée ou l'avant-port du canal sur la rive gauche de l'Escaut, à 19 Km. en amont du port de Flessingue et 65 Km. en aval d'Anvers, débouche à la Passe de Terneuzen, indiquée par des bouées et des phares.

A peine entré dans l'avant-port, celui-ci se bifurque en avant-port Est et en avant-port Ouest, conduisant chacun à une écluse à Sas.

En amont de ces écluses, chacune des deux branches du canal, qui tournent la ville de Terneuzen et qui à 0,8 Km. en amont de l'écluse Ouest, se rejoignent, est pourvue d'un pont tournant.

A partir du point de jonction des deux bras le canal est droit sur une distance de 5,5 Km., au bout de laquelle se trouve le pont tournant du

chemin de fer Gand-Terneuzen à Sluiskil. A 0,3 Km. plus loin se trouve un autre pont tournant, livrant passage aux voitures.

L'axe du canal entre ces deux ponts formant une courbe, le passage des grands bateaux est déjà en temps ordinaire assez difficile, et exige des précautions.

Entre Sluiskil et l'écluse Est, ou la nouvelle écluse du Sas de Gand, la distance est de 6,4 Km. Sur cette partie le canal n'offre que deux faibles courbures.

A 1,4 Km. en amont de cette écluse la digue orientale franchit la frontière néerlandaise-belge, que longe l'axe du canal sur une distance de 0,6 Km., de sorte qu'à 2 Km. en amont de l'écluse le canal entier se trouve sur le territoire belge.

A 0,5 Km. en aval et à 0,4 Km. en amont de la nouvelle écluse se trouvent les points de bifurcation de l'ancienne branche du canal, passant par la ville du Sas de Gand.

En aval de la nouvelle écluse et en amont de l'ancienne les deux bras du canal sont pourvus d'un pont tournant.

Les navires de mer se servent, sauf quelques rares exceptions, de l'écluse Ouest de Terneuzen et de l'écluse Est du Sas de Gand, ayant toutes deux une largeur de 12 mètres. Entre ces écluses il y a donc quatre ponts tournants, dont trois offrent une ouverture de 18 mètres et un (celui en aval de l'écluse au Sas de Gand) une ouverture de 17 mètres.

La partie néerlandaise du canal a une longueur de 16 Km., tandis que la partie belge en a 18. Sur cette partie il y a 8 ponts tournants de 17 mètres d'ouverture.

Les deux biefs du canal entre Gand et Terneuzen sont séparés par les écluses dans les deux bras au Sas-de-Gand; la chute ordinaire est de 0,45 m.

Section minima du canal:

	Profondeur d'eau	6,05 mètres.
Largeur:	au plafond	17 "
	à la flottaison	47 "

Règles de navigation.

Les dimensions maxima des navires, admis dans le canal, sont:

largeur	11,50 mètres.
longueur	90,— "
tirant d'eau (à l'écluse de Terneuzen)	5,61 "

La vitesse maxima par minute est fixée pour les bateaux à vapeur:

avec un tirant d'eau de 2,75 mètres et au delà	à 145 mètres.
" " " " n'excédant pas 2,75 mètres	" 170 "
" " " " " 2,— "	" 200 "
" " " " " 1,50 "	" 250 "

L'hiver de 1890—1891.

La navigation maritime du port de Gand s'étant développée surtout

depuis 1885, lorsque les importants travaux d'amélioration, exécutés en vertu de la convention du 31 Octobre 1879 entre les gouvernements de la Belgique et des Pays-Bas, furent mis en exploitation, nous ne nous occuperons pas des périodes de gelée, antérieures à celle de l'hiver de 1890-1891, quand la navigation avait à combattre d'extrêmes difficultés.

La gelée des derniers jours du mois de Novembre n'apporta point d'obstacles à la navigation.

Après quelques jours de dégel les glaçons avaient disparu, lorsque le 6 Décembre la gelée recommença pour continuer jusqu'au 22 Janvier, sauf un intervalle de trois jours (12-14 Janvier).

L'épaisseur de la glace était au Sas de Gand :

le 20 Décembre	de 18 centimètres
" 28 "	" 26 "
" 3 Janvier	" 32 "
" 10 "	" 38 "

La navigabilité du canal de Gand à Terneuzen dépendant de la continuité de la navigation sur le Bas-Escaut en aval de Terneuzen, nous examinerons d'abord la situation sur la dite partie de l'Escaut.

Devant Terneuzen les glaçons se montrèrent en quantités notables depuis le 17 Décembre, mais jusqu'à la fin de ce mois ils n'entravèrent guère la navigation.

Une mesure qui pouvait avoir des conséquences regrettables pour les ports de Gand et de Terneuzen, c'était le décret, défendant aux pilotes du gouvernement belge et néerlandais de conduire des navires à Terneuzen, publié le 3 et le 4 Janvier, de sorte que pendant quatre jours consécutifs (du 4 jusqu'au 7 Janvier) pas un seul bateau, destiné à Gand, n'entraît dans le canal.

Heureusement le 8 Janvier le service de pilotage fut repris, après que le vapeur „Vegesack" eut fait le voyage de Flessingue à Terneuzen sans pilote et dans le même laps de temps que d'ordinaire.

Depuis lors la navigation sur l'Escaut en aval de Terneuzen a été continuée, profitant du jour et de la marée, quoique seulement vers le 18 Janvier la glace mouvante fût plus serrée que jamais.

Du 14 Décembre jusqu'au 24 Janvier 120 navires sont entrés à Terneuzen et 109 y ont pris la mer, mais il n'y en a qu'un seul, qui par les glaces de l'Escaut ait reçu une avarie, du reste peu importante, à la ligne de flottaison.

Depuis le 11 Décembre les glaçons commencèrent à incommoder la navigation dans le canal; de jour en jour la situation s'aggrava, et c'est à peine que l'on a réussi à la maîtriser sans recourir à des moyens artificiels.

A partir du 15 ou 16 Décembre on a mis à l'œuvre deux bateaux remorqueurs, qui avaient pour tâche de parcourir chaque jour une ou deux fois le canal sur toute sa longueur. De plus ils avaient mission de venir en aide aux navires, qui auraient pu être bloqués par la glace.

Un troisième remorqueur stationnait au port de Gand pour prêter secours aux navires manœuvrants.

En parcourant le canal les remorqueurs tâchèrent de briser la glace sur une largeur aussi grande que possible, sans se borner à suivre la même passe.

Par cette méthode la glace sur toute la largeur du canal fut divisée en glaçons, de sorte que les navires pouvaient se croiser à chaque point du canal, et qu'il n'était pas nécessaire de limiter les évitements à quelques gares échelonnées.

Toutefois les remorqueurs furent incapables de continuer la lutte contre la glace; ils furent l'un après l'autre mis hors de combat; les difficultés pour les remplacer augmentèrent de jour en jour; la navigation devint moins régulière, et vers la fin du mois de Décembre, lorsque le plus grand froid régnait, les remorqueurs durent abandonner le travail.

Depuis le 29 Décembre les navires durent eux-mêmes s'ouvrir un passage à travers la glace.

La suspension du service de pilotage sur l'Escaut le 3/4 Janvier annihila toute espérance d'échapper à un chômage de longue durée.

Encore le 4 Janvier divers bateaux descendirent de Gand à Terneuzen, mais le 5 pas un seul ne parcourut le canal.

Heureusement le steamer „Ouse”, destiné primitivement à Anvers, mais arrivé à Terneuzen le 1 Janvier, où il attendait des ordres, partit pour Gand le 6, et réussit à atteindre sa nouvelle destination.

Après la montée du steamer „Ouse”, encore un bateau parcourut le canal à la descente; le steamer „Vegesack”, arrivé à Terneuzen le 8, ne fit pas d'efforts pour monter, et ce ne fût que le 9 Janvier, que le canal fut parcouru de nouveau, cette fois par les trois derniers bateaux, qui se trouvaient à Gand, le steamer „Ouse” à la tête.

Les bateaux, arrivés à Terneuzen après la reprise du service de pilotage, purent monter, et quoique le parcours se fît dans certains cas avec un retard plus ou moins notable, la navigation continua jusqu'au 18 Janvier.

Le 19 plusieurs bateaux, destinés pour Gand, ne réussirent pas à monter, de sorte que par la forte gelée de ces jours, la situation devint très critique, car il va sans dire que la navigation, continuée depuis plus d'un mois, avait formé une couche de glace, dont l'épaisseur surpassait de beaucoup celle de la glace pure, et la crainte était très-fondée que le rétablissement de la navigation à travers les glaçons recongelés ne fût impossible, eu égard aux moyens, dont on disposait.

Ce fût encore le steamer „Ouse” qui le 22 Janvier, la veille du dégel, s'ouvrit un passage d'une manière splendide.

Parti de Gand à 7 heures du matin, il arriva à Terneuzen à 5 heures du soir.

Pour ce voyage la cargaison du bateau avait été rangée de manière que le tirant d'eau à la proue était un minimum et à la poupe excédait de 0,30 mètre le tirant d'eau ordinaire à plein chargement.

Là, où la glace développait une forte résistance, le navire se glissait lentement sur la glace, qui succombait sous le poids du bateau.

S'il reculait pour prendre un nouvel élan, sa vitesse restait modérée; le bateau ne fut pas exposé à des chocs nuisibles.

Quoique la machine fonctionnât de toute sa force, souvent le bateau n'avancait pas, et cependant la glace finit par se plier et se rompre.

L'action du navire différait donc de celle des remorqueurs, qui durent fendre la glace et y faire une brèche. Ils reculèrent à courts intervalles, pour se lancer de nouveau et épuiser la vitesse acquise.

Les remorqueurs et leurs machines ne résistèrent pas à ces chocs répétés, et bien que leur tirant d'eau fût de 3 mètres et au-delà, l'hélice fût exposée à être endommagée par les glaçons.

Le steamer Ouse a les dimensions suivantes:

longueur 67,25 mètres, largeur 9,25 mètres, tirant d'eau à plein chargement 4,15 mètres. Il a été construit en 1884 par M.M. W. Dobson et C^o. à Newcastle, et a la réputation d'être pourvu d'une machine puissante.

Entre le 14 Décembre et le 24 Janvier 161 navires ont été éclusés au Sas de Gand, dont 81 à la montée et 80 à la descente.

Deux d'entre eux ont rompu l'hélice, mais c'étaient des bateaux de faibles dimensions, et à l'un ce malheur est arrivé en battant en arrière avec force, lorsqu'il s'était trop approché d'un pont.

Par ces accidents la navigation n'a pas été interrompue.

En général les bateaux ont pu entretenir la vitesse réglementaire, circonstance très importante, parce que le mouvement, produit dans la masse d'eau pendant le passage des navires, navigant à la vitesse ordinaire, suffit pour séparer de nouveau les glaçons recongelés à côté du chenal.

Quoique (sur la partie néerlandaise du canal) les berges se trouvent dans des conditions peu favorables, n'étant consolidées suffisamment que ci et là, la glace ne leur a cependant pas apporté de dégradation notable.

En résumant on peut donc constater que l'on s'est abstenu de prendre des mesures spéciales envers la navigation; il n'y a eu ni installation de gares d'évitement, ni réduction de la vitesse, tolérée en temps ordinaire.

Seulement on a porté secours à la navigation en faisant briser la glace dans le canal, pour autant qu'on pouvait disposer de remorqueurs propres à ce travail.

Quant au reste, il était laissé aux navires de s'ouvrir un passage au travers de la glace.

Ce système qui s'est montré fort efficace pendant l'hiver rigoureux de 1890-1891, a donné des résultats aussi satisfaisants dans l'hiver de 1892-1893; mais la glace fut alors de moindre épaisseur et les circonstances furent moins défavorables.

Dans cette dernière période il a suffi qu'un seul remorqueur parcourût une fois par jour le canal entre Gand et Terneuzen.

Les dépenses d'un remorqueur peuvent être évaluées par jour à 100 francs, sauf les frais imprévus de réparation.

CONCLUSIONS.

La possibilité de prévenir les chômages par la glace sur les canaux maritimes n'est pas douteuse.

Parmi les moyens appliqués dans ce but, il faut rejeter la création d'un chenal par main-d'œuvre ou par l'application de matières explosibles, comme étant trop coûteuse et prenant trop de temps.

Des traversées continuelles du canal, dès le commencement de la gelée, peuvent être considérées comme un moyen efficace pour prévenir une interruption de la navigation.

Ordinairement deux ou trois traversées par jour suffiront pour prévenir une congélation, de sorte que les traversées successives ne rencontrent pas de difficultés insurmontables.

Quand les bateaux de commerce ne garantissent pas un nombre suffisant de traversées, ils devront être secondés par des bateaux brise-glace de construction spéciale, ou par des remorqueurs puissants, qui pourront aussi briser les banquettes à côté du chenal.

Tant que l'épaisseur de la glace n'est pas excessive, les remorqueurs pourront prêter un secours fort apprécié, mais ils ne seront pas capables de continuer la lutte contre la glace de grande épaisseur pendant des semaines consécutives. Alors ils offrent même à un certain degré le danger d'obstruer le chenal navigable, quand ils sont mis hors de combat par suite d'avaries, survenues à l'hélice, la machine ou le bâtiment.

Là où il s'agit de s'ouvrir un passage à travers la glace, surtout sur une grande distance, un bateau brise-glace de forte construction et de grande puissance, qui brise la glace sous son poids, ou bien un bateau de commerce d'un type convenable, brisant la glace de la même manière, sans s'exposer à des chocs nuisibles, soit au bâtiment, soit à la machine, pourront rendre le service voulu.

Quand les circonstances le permettent, il est d'un grand intérêt de briser la glace sur toute la largeur du canal, pour éviter les banquettes solides, dans lesquelles les bateaux ne peuvent pas pénétrer et pour ne pas perdre de temps par les garages.

Quoique dans un canal à larges berms submergés on soit dans la nécessité de réduire la vitesse pour éviter l'encombrement du chenal par les grands glaçons, se détachant des berges, l'expérience n'impose pas en général la nécessité de réduire la vitesse, tolérée en temps ordinaire, ni dans l'intérêt des bâtiments, ni dans l'intérêt des berges.

Une vitesse convenable pourra même en plusieurs cas favoriser la séparation des glaçons recongelés, par le mouvement, produit dans la masse d'eau.

VI^m CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

LA HAYE, 1894.

3^{ème} QUESTION.

Tentatives de Débâclage de quelques Rivières Néerlandaises

PAR

C. B. SCHUURMAN,
Ingénieur de 1^{re} Classe du Waterstaat à Dordrecht,

ET

A. C. BURGDORFFER,
Lieutenant au Corps du Génie à Beverwijk.

LA HAYE,
Typ. de BELINFANTE FRÈRES, A. D. SCHINKEL Succ.,
PAVELJOENSGRACHT, 19.

—
1894.



DeGrand fund

Sixième Congrès international de Navigation intérieure

LA HAYE. 1894.

TENTATIVES DE DÉBÂCLAGE DE QUELQUES RIVIÈRES NÉERLANDAISES

PAR

C. B. SCHUURMAN,

Ingénieur de 1^{re} Classe du Waterstaat à Dordrecht,

ET

A. C. BRUGDROFFER,

Lieutenant au Corps du Génie à Beverwijk.

I. INTRODUCTION.

Vu la navigation intérieure toujours croissante qui se fait sur les rivières Néerlandaises, il importe de suivre ce que l'expérience a effectué jusqu'ici relativement aux efforts faits pour débâcler les rivières, bien que ces efforts n'aient pas jusqu'ici été faits dans le but de favoriser la navigation, mais exclusivement pour prévenir les inondations.

II. FORMATION DE LA GLACE SUR LES RIVIÈRES.

Relativement aux phénomènes qui se présentent lors de la formation de la glace et des embâcles, il faut préalablement remarquer qu'il n'y a aucun sujet sur lequel chacun ne soit si volontiers enclin à énoncer son jugement et à donner des idées que sur la glace des rivières.

Généralement ces jugements sont d'autant plus décisifs qu'on est moins à la hauteur du sujet et qu'on a moins été dans l'occasion de s'approprier ce sujet par son observation et son expérience personnelles.

La quantité de glace dépend naturellement de la surface de l'eau et du froid.

A cotes élevées il se forme plus de glace qu'aux cotes basses et, par une forte gelée la glace est en plus grande quantité et plus épaisse que par une gelée moyenne.

Cependant, par suite des hautes cotes quelquefois les rivières sont par le même froid préservées d'embâcle, tandis qu'aux cotes basses il y aurait une embâcle.

La glace de rivières se montre sous les formes suivantes: glace de fond, glace amorphe, glace de neige, glace blanche ou dure et autres.

Elle s'élève à la surface de l'eau, sous forme de glace flottante; tout d'abord en petits glaçons, qui, augmentant en volume et en étendue, finissent par couvrir entièrement la rivière et former une masse compacte sur les hauts-fonds, dans les passes étroites et courbes, bref partout où un obstacle quelconque gêne le charriage de la glace.

Dans les rivières Néerlandaises, c'est généralement le cours d'aval qui se prend le premier; tout d'abord là où la marée est sensible, vu que par l'action du flux et reflux, la marée montante fait refouler la glace charriée par le jusant, celle-ci s'oppose au passage de la glace d'amont, l'arrête et cause ainsi l'embâcle.

L'embâcle commence, disons-nous, dans la partie aval; mais par l'action vigoureuse de la marée, les bouches aval restent généralement ouvertes à la navigation.

Dans le Zuiderzee, aux bouches du Zwolsche Diep et du Gelderschen IJssel, où il n'y a que 20 à 30 centimètres de différence entre le flux et le reflux, et où il n'est pas question d'action vigoureuse de la marée, c'est la mer qui se prend la première, puis les bouches des rivières et de là par la glace charriée la partie amont de la rivière, sauf à quelques endroits.

Le Neder-Rijn, le Lek et le Nieuwe Maas se prennent à partir des deux ponts: celui du chemin de fer et celui de la ville de Rotterdam; mais non en aval de ces ponts. Par la vigoureuse action de la marée et la navigation à vapeur continue la partie entre ces ponts et la mer est, quant à ce qui concerne le chenal, toujours navigable. Le Nieuwe Maas, le Lek et le Neder-Rijn, s'étant pris à Rotterdam, refoulent en cas de gelée ininterrompue les glaçons en amont, ce qui fait que ces rivières se prennent tout à fait.

En général le Waal ne gèle que lorsque le Boven- ou le Nieuwe Merwede, étant pris, y donnent lieu. Le Boven-Merwede surtout se prend ordinairement bientôt à cause des hauts-fonds et des bancs de sable qui en encombre encore le lit.

Le Boven-Maas se prend déjà plus tôt, ce à quoi contribuent surtout les nombreux hauts-fonds et les fortes courbes.

Les rivières, situées entre le Hollandsch Diep, le Lek et le Boven-Merwede, c'est-à-dire les soi-disant voies de navigation de Dordrecht, se prennent bientôt et le plus souvent régulièrement, et débâclent, quand on ne le fait pas artificiellement, lentement mais régulièrement et sans donner lieu à des désastres.

La quantité de glace qui descend les rivières est, en cas de tempête

dépendante de la direction du vent. La descente de la glace qui charrie le Boven-Rijn se fera, par le vent du sud, surtout dans le Pannerdensch Kanaal et, par le vent du Nord, dans le Waal.

Aussi bien près du confluent de Pannerden que près de celui de Westervoort, la direction du vent influe sur la masse de glace qui descend la rivière.

Ce qui, outre les courbes et les hauts-fonds, occasionnent les amoncellements de glace, c'est souvent la bifurcation des rivières.

Pendant les hivers qui se sont écoulés depuis 1770 et où par des amoncellements de glace, il est résulté des désastres et des ruptures de digue, une des branches, près de la digue principale, laquelle branche est le Pannerdensch Kanaal ou le Waal, a été barrée 12 fois par une embâcle et une des branches, près du Plei à l'origine de l'Yssel a aussi été barrée 8 fois.

Quant à l'état du Boven-Rijn en Allemagne, il est bien plus prospère.

Par les fortes gelées le Rhin se prend généralement très vite à la Loreley et à Kamereck, un peu en amont de St Goar. De là à Cologne c'est-à-dire sur une longueur de 130 kilomètres, le fleuve reste le plus souvent ouvert.

Il en est de même entre Düsseldorf et Wésel, où le fleuve reste bien souvent ouvert.

Ainsi, la quantité de glace venant d'Allemagne n'est pas si considérablement grande qu'on serait enclin à le croire.

Plus une rivière se prend rapidement et régulièrement, mieux cela vaut pour le débâclage rapide et régulier, amené par le dégel.

III. APERÇU DES TENTATIVES DE DEBÂCLAGE ARTIFICIEL.

C'est en 1845 que, pour la première fois, on fit un essai de débâclage artificiel.

C'est dans le voisinage d'Ophemert-sur-le-Waal qu'on fit sauter à l'aide de poudre à canon, un amoncellement de glace de 2 à 3 mètres d'épaisseur qui obstruait le Waal.

Les essais se firent cependant sur une petite échelle et n'eurent que de médiocres effets.

De 1845 à 1861 on n'a rien fait, dans notre pays, quant au débâclage artificiel.

Les dangereuses embâcles des rivières, pendant l'hiver de 1860—1861 décidèrent de faire de nouvelles tentatives de débâclage artificiel.

Le 1^{er} février 1861, l'Etat loua un vapeur de fer de 100 chevaux, long de 33,50 mètres, large de 6,10 mètres et l'on s'en servit pour briser la glace du Nieuwe Maas, du Lek, du Noord et du Dordtsche Kil, du Merwede et du Waal.

Cet hiver-là la glace pure la plus épaisse était d'environ 20 à 25 centimètres.

A quelques endroits, la rivière était encombrée de glaçons jusqu'au fond de son lit. Tel était, par exemple, le cas dans le Nieuwe Maas près du bac d'Ysselmonde sur une longueur de plus de 300 mètres.

Cet amoncellement de glaçons fut rompu, ensuite le vapeur remonta une partie du Lek, le Noord jusqu'à Papendrecht; puis il tourna Hellevoetsluis, alla du Hollandsch Diep au Kil, puis encore à Hardingsveld.

En route, le vapeur ne rencontra nulle part de barrages formés par la glace; mais des endroits encore recouverts d'une glace solide plus ou moins épaisse et des glaçons flottants.

Après quoi, le vapeur alla à Loevestein, où il y avait, à la bouche aval du Waal, une agglomération de glace qui s'était formée le long des bords; laquelle glace se composait de bandes de glace dure, entre lesquelles se trouvait quantité de glace tendre, qui remplissait jusqu'au fond le lit de la rivière.

A l'aide de la pression de l'eau retenue par cette embâcle, longue de plus de 1600 mètres, le débâclage se fit en trois jours.

Comme après cela la glace descendait bien on renvoya le vapeur qui avait travaillé pendant 9 jours.

Si ce n'est les roues et le gouvernail, le bateau à vapeur n'avait en général pas trop pâti, ce qui fut attribué à la glace en fusion qui était très tendre.

En 1871 on fit de nouveaux essais différents.

Le Nieuwe Merwede était entièrement comblé de très gros glaçons. C'est en faisant des entrailles, en faisant sauter des mines, en brisant la glace avec des vapeurs qu'on a réussi avant la débâcle à rompre cet amoncellement de glace qui barrait complètement la rivière sur une longueur de 4000 mètres, à partir du côté du Hollandsch Diep.

A cet effet on fit sauter 101 mines pour lesquelles on employa 3038 kilos de poudre, pendant que 2 vapeurs servaient à briser la glace.

Ces travaux s'étaient faits dans des circonstances très favorables, vu que dans le voisinage on construisait alors le pont de chemin de fer sur le Hollandsch Diep, près de Moerdijk et qu'on pouvait faire usage de tous les matériaux, outils, machines, etc. destinés à la construction du pont; de sorte qu'on n'avait pas à ménager les vapeurs dont on se servait.

Pendant le débâclage, soit du 3 au 10 février, il y eut quelques jours de forte gelée pendant lesquels on travailla aussi et parquoi il fut évidemment prouvé que pendant une telle gelée les moyens dont on se sert sont de peu d'utilité et qu'alors la glace est excessivement dure, parquoi on ne fait, ni fentes, ni morcellements valant la peine d'être mentionnés, au contraire même, les ouvertures faites par les mines se remplissent de glaçons, refoulés de la partie environnante de la rivière, que la gelée réunit bientôt en une masse compacte.

En 1876, du 2 au 8 février on fit par le moyen d'un vapeur de nouvelles tentatives de débâclage sur le Lek.

Le basse cote d'eau gêna alors excessivement cette opération.

Le débâclage suivant eut lieu pendant l'hiver de 1879—1880.

La première fois du 1^{er} au 19 janvier, le débâclage s'effectua en faisant sauter des mines sur le Nieuwe Merwede, sur le Boven-Maas près Woudrichem et dans le Dordtsche Kil.

A cet effet, on employa un poids total de 1140 kilos de poudre à canon.

De plus on se servit de 2 vapeurs, l'un de 100 et l'autre de 93 chevaux et d'un tirant d'eau de 2.07 et 2.10 mètres.

La deuxième fois, on travailla, durant trois jours, avec un des sus-dits vapeurs, au débâclage du Lek et à rompre une sorte de banquise du Boven-Merwede, près de Hardingsveld.

En outre, lors de ce débâclage du Dordtsche Kil et du Nieuwe Merwede, on fit usage de deux monitors à éperon de la Marine royale.

Alors on constata que de tels vaisseaux de guerre sont peu propres au débâclage des rivières.

Ces bâtiments gouvernent mal, ont trop peu de force motrice et sont trop lourds, trop gros et trop difficiles à manier sur nos rivières.

Dans l'hiver de 1880—1881, lors du débâclage du Nieuwe Merwede, du Boven-Maas, du Dordtsche Kil, du Nieuwe Maas et du Lek, on fit usage de deux remorqueurs à vapeur cuirassés à l'avant, tandis qu'on fit encore une fois l'essai de 2 monitors à éperon, et en même temps on fit aussi sauter des mines.

Les monitors à éperon satisfirent aussi peu qu'auparavant.

Après l'hiver de 1880—1881, on en revint à l'opinion émise déjà précédemment de faire construire un bâtiment propre au débâclage pour la construction duquel l'Etat donnerait un subside.

En 1883 on en vint là.

On fit, avec un maître de forges et en même temps entrepreneur de remorquage, une convention par laquelle il s'engageait à mettre pendant quinze ans, à la disposition de l'Etat, provisoirement un seul vapeur qui serait spécialement construit pour briser la glace et qui, ne servant pas à cet usage, resterait à la disposition du propriétaire.

Pour cela il fut accordé une rétribution annuelle de fl. 9200 pendant quinze ans.

A cet effet, on construit le vapeur de fer à roues „Wodan”, très solidement bâti, long de 40 mètres, large de 13.40 (largeur y compris celle des tambours des roues). Ce bateau, d'un tirant d'eau de 2 mètres, est muni de deux machines complètes de 50 chevaux chacune. Les machines en sont à double expansion (système WOLF et compound) et les roues sont indépendantes l'une de l'autre, de sorte que chacune peut à part et à volonté, tourner ou en avant ou en arrière.

Le dessin ci-joint est un esquisse du dit vapeur.

Le dessin représente aussi l'éperon qui a été construit plus tard et dont il sera ci-après plus amplement parlé. Ce vapeur a été employé au

débâclage pour la première fois en janvier 1885; ainsi que deux autres vapeurs de fer non spécialement construits dans ce but et loués seulement pour cette occasion.

Le Wodan donna alors des résultats satisfaisants, cependant il ne faut pas perdre de vue que, cet hiver-là, la gelée n'a pas été forte et n'a pas duré longtemps, de sorte que la glace des rivières a été peu épaisse et de peu d'importance, parquoi ni la quantité ni la dureté ne sont comparables à celles de la glace des années précédentes.

Après le débâclage, mentionné en dernier lieu, de janvier 1885, on a fait encore d'autres tentatives à l'aide de vapeurs et d'explosions de mines pendant les hivers de 1890—1891 et de 1892—1893 et pendant le dernier hiver. Cependant lors du dernier débâclage on ne fit pas usage de mines vu la petite quantité et le médiocre épaisseur de la glace.

IV. DÉTAILS DES DÉBÂCLAGES PAR DES BRISE-GLACE PENDANT LES HIVERS DE 1890—1891 ET DE 1892—1893, ETC.

Plus bas suivront des détails plus amplement décrits concernant les tentatives de débâclage faites dans l'hiver de 1890—1891, — hiver qui s'est caractérisé par une très forte gelée, beaucoup plus forte que celle d'aucun des hivers précédents où l'on avait fait des essais de débâclage artificiel, — et concernant celles dans l'hiver de 1892—1893.

Pour les descriptions des états de la glace et les rapports quotidiens très détaillés concernant les travaux des débâclages artificiels on est prié de lire les rapports imprimés de ce qui est arrivé sur les rivières Néerlandaises pendant les hivers de 1890—1891 et de 1892—1893, déposés au bureau de Section du Congrès d'aujourd'hui.

A. L'hiver de 1890—1891.

1°. MOYENS DE FACILITER LE DÉBÂCLAGE.

Comme, en conséquence des précédentes tentatives on en était venu à douter de la possibilité de pouvoir, lors d'une forte gelée continue, empêcher au moyen de vapeur les glaçons de geler en une masse compacte, il avait été constaté qu'on ne pouvait commencer au débâclage qu'au dégel et, que quand on pouvait prévoir que ce dégel continuerait.

Outre le remorqueur Wodan, transformé en brise-glace, on avait passé, comme cela se faisait toujours les dernières années, à temps un contrat de location de 8 remorqueurs pour servir de brise-glace des quels on avait fortifié à temps l'avant. L'Ingenieur en Chef, chargé de la direction des grandes rivières à qui l'on avait confié la direction du débâclage, l'avait tout réglé d'avance avec le lieutenant-colonel, commandant du corps des troupes du génie et le major, commandant du corps des torpilleurs.

Le matériel des 9 vapeurs se composait comme suit :

	Longueur.	Largeur.	Tirant d'eau.	Chevaux vapeur.
Wodan, vapeur à roues	40 mètres	13,40 m.	2,00 m.	100
		y compris les roues		
Maassluis " " "	34,10 m.	11,90 m.	2,10 m.	93
		y compris les roues		
		section maitresse		
		6,00 m.		
Zeeland " " "	33,50 m.	12,00 m.	1,65 m.	80
		y compris les roues		
		section maitresse		
Rotterdam, vapeur à hélice	30,00 m.	5,00 m.	2,80 m.	60
Generaal van der Heyden " " "	31,40 m.	6,30 m.	2,10 m.	60
		idem.		
Colonel " " "	23,30 m.	4,90 m.	2,25 m.	30
		idem.		
Dieudonné " " "	27,43 m.	5,94 m.	1,73 m.	60
		idem.		
Hosanna " " "	28,00 m.	5,60 m.	2,00 m.	45
		idem.		
Hoek van Holland " " "	20,82 m.	5,36 m.	2,25 m.	30
		idem.		

A l'aide de détachements du corps des troupes du génie et du corps des torpilleurs, on tâcherait, en premier lieu de faciliter l'action des vapeurs; en second lieu, de travailler en faisant sauter des mines par le moyen de la poudre ou de la dynamite, là où l'on ne pourrait provenir avec des bateaux et là où le débâclage pourrait se faire sans danger pour les districts inférieurs.

A cet effet on avait préparé à différents endroits des rivières 21 bateaux-traîneaux puis les objets nécessaires, tels que haches, lanternes, etc. etc. Pour rompre la glace du Hollandsch Diep, des Merwedes, du Waal, du Maas et des voies de navigation de Dordrecht on se servit des vapeurs: *Wodan, Zeeland, Rotterdam, Generaal van der Heyden, Hosanna et Hoek van Holland*, pendant que les vapeurs: *Maassluis, Colonel et Dieudonné IV* travailleraient dans le Nieuwe Maas et le Lek.

En outre, pour le groupe des rivières, les premières nommées, on désigna 3 détachements de troupes du génie et pour les derrières nommées, 1 détachement de torpilleurs pour faire sauter la glace devant les vapeurs et rompre les barrages de glace.

De plus, il y avait encore d'autres détachements de troupes du génie disponibles pour le débâclage du Rijn, près des frontières de l'Allemagne et de l'IJssel.

2°. CONSIDÉRATIONS SUR L'EFFET DES MOYENS EMPLOYÉS.

Bien qu'avec les moyens qu'on avait à sa disposition, on eut fait tout son possible pour atteindre son but, c'est-à-dire celui d'ouvrir les embouchures aval des rivières, les travaux qui à cet effet devaient être exécutés par cette gelée extraordinaire, étaient, en proportion des forces avec

lesquelles ils devaient s'effectuer, si importants que, vu les expériences antérieures, il fallait s'attendre aussi à des résultats insignifiants.

Si, par exemple, en cas d'une glace bien moins épaisse, comme entre autres en janvier 1885, il était possible de rompre avec un vapeur (tel que le *Wodan*) en 4½ heures à peu près une embâcle longue de plus de 8 kilomètres dans le Dordtsche Kil, cela était cette fois-ci tout à fait impossible, vu l'épaisseur et l'état de la glace rencontrée hors du débâclage de l'hiver de 1890—1891.

Ce n'est qu'à force de heurter à toute vapeur contre la glace tout en prenant des élan de 150 mètres, qu'on pouvait ouvrir une brèche; même après un dégel ininterrompu de plus de 15 jours, la glace blanche était encore si forte que le *Wodan*, ayant pris un élan de 150 mètres et s'élançant à toute vapeur, pénétrait tout dans la masse au plus la longueur du bateau, pour s'en dégager ensuite avec assez de peine afin de reprendre un second élan.

Les autres vapeurs, qui étaient moins forts faisaient naturellement encore moins de besogne.

Inutile de démontrer, que par cette manière de travailler qui, du commencement à la fin du débâclage dut se continuer à l'aide de tous les vapeurs, on fit peu de progrès et que les machines et engins en pâtirent beaucoup.

L'effet des mines, tâche excessivement difficile que les troupes du génie remplirent, dans des circonstances très différentes, avec la plus louable énergie et avec la plus grande prudence et la plus infatigable persévérance, ne favorisa pas autant qu'on avait compté les travaux des vapeurs dans les masses de glace.

En moyenne, avec toutes les forces disponibles on n'ouvrait journellement sur le Hollandsch Diep et le Nieuwe Merwede qu'une longueur de 500 à 600 mètres sur une largeur d'environ 250 mètres.

Or, quand toute la longueur depuis la bouche amont du Nieuwe Merwede jusqu'au pont du chemin de fer sur le Hollandsch Diep est de plus de 21000 mètres, le résultat obtenu est médiocre en considération du but qu'on se proposait.

Une augmentation des vapeurs-brise-glace aurait été inutile, vu qu'il était impossible, en pareilles circonstances où chaque vapeur devait tâcher d'ouvrir isolément une brèche, et où, pour les manoeuvres nécessaires, il fallait passablement d'espace, pour faire travailler plus de vapeurs de front dans les chenaux.

Comme la croûte de glace du Nieuwe Maas et du Lek était beaucoup moins forte que celle du Hollandsch Diep et du Nieuwe Merwede et comme il y avait moins de barrages considérables on eut de meilleurs résultats.

Le débâclage de toute la largeur de la rivière avançait journellement en moyenne d'un kilomètre et demi.

3°. AVARIES DES VAPEURS.

Une fois le débâclage fini les vapeurs sur les chantiers, il parut qu'ils avaient généralement beaucoup pâti.

Les proues de presque tous les vapeurs avaient leurs plaques de fer plus ou moins enfoncées et en partie crevassées, de sorte que tous les bateaux faisaient eau.

De plus tous les vapeurs à hélice eurent une ou plusieurs hélices de brisées. Tous les axes des hélices eurent des avaries. Les vapeurs à roues eurent beaucoup d'avaries dans les roues, soit center pièces cassées, soit des jantes et des rais de fer pliés ou cassés ainsi que des appareils détériorés.

Tous les vapeurs eurent des avaries dans leurs gouvernails.

Les machines se maintinrent en assez bon état. Elles n'eurent pas d'importantes avaries.

4°. FRAIS.

La somme totale des frais de location de travaux et de réparations des vapeurs et de dommages, causés par le débâclage est de fl. 72404.54.

En y ajoutant la somme payée, pendant 5 ans, au propriétaire du bateau à vapeur le *Wodan*, transformé en brise-glace, cela forme depuis que celui-ci, pour la dernière fois en 1885 fit service comme brise-glace pendant les hivers de 1885—1886, 1886—1887, 1887—1888, 1888—1889, 1889—1890, le total de fl. 118404,54.

Pour ce montant, on a débâclé l'hiver dernier pendant près de 800 heures, les frais, montant à fl. 148 par heure.

Si l'on ne porte pas en compte les frais mentionnés ci-dessus, pour subsides accordés pour la construction du *Wodan* les frais s'élèvent à fl. 79 par heure.

Le tableau ci-dessous des frais donnent quelques détails là dessus.

Noms des vapeurs.	Location et service.	Frais de réparations.	Total des frais.	Heures de navigation et débâlage.	Heures d'inaction avec ou sans feux ouverts.	Par heure de déplacement ou de débâlage.	REMARQUES.
Wodan . . .	fl. 14332.50 a)	fl. 3537.55	fl. 17870.05 a)	129 ½	268 ½	fl. 66.95 b)	<p>a) Dans ce montant est compris fl. 9200 somme payable chaque année pour 8 p. des frais de construction de fl. 115.000.</p> <p>De plus à cela il faut ajouter le montant de fl. 46.000 pour les hivers de 1885/86—1889/90: n'ayant pas fait de services a pourtant payé la dite somme annuel de fl. 9.200 pour les frais de construction du Wodan.</p> <p>b) Non compris le subside annuel de fl. 9.200 pour les frais de construction du Wodan.</p> <p>c) Ce vapeur est de série avaries dès le commencement de la mise en activité.</p> <p>d) Dans ce montant est aussi compris fl. 3000 pour remettre à flot le vapeur qui avait coulé à 14 mètres de profondeur et fl. 12.263.45 pour réparation du vapeur après l'avoir repêché, y compris les frais d'arrimage.</p> <p>e) ce vapeur coula à fond dès la mise en activité.</p>
Maassluis. . .	4800.—	3886.45	8686.45	125	233	69.49	
Zeeland. . .	1661.25	6683.90	8345.15	23 ½	211 ½	335.11 c)	
Rotterdam . .	3305.—	3840.—	7145.—	118	204 ½	60.55	
Generaal van der Heyden .	1502.50	16787.45 d)	18289.95 d)	45 ½	156 ½	401.97 e)	
Colonel . . .	2435.50	1266.50	3702.—	161 ¾	219 ¾	22.88	
Dieudonné IV	1713.—	1360.24	3073.24	97	157	31.68	
Hosanna . . .	1457.50	1733.—	3190.50	40 ½	163 ½	78.78	
Hoek van Holland IV.	1045.—	1057.20	2102.20	59	116	35.63	
	fl. 32252.25	fl. 40152.20	fl. 72404.54 et fl. 46000.— pour "Wodan" sur l'époque 1885—1890.	799 ¾		fl. 148.—	

B. L'hiver de 1892—1893.

Les résultats insignifiants qu'avaient produits les travaux de débâlage des glaces pendant l'hiver de 1890—1891, ainsi qu'il résulte de ce qui précède, et les frais énormes, occasionnés surtout par l'emploi des bateaux à vapeurs, étaient cause qu'on s'occupa d'autres moyens d'atteindre le but, d'une manière plus efficace et à meilleur marché. Il était prouvé que le Wodan lui-même, tant solide qu'était sa construction, ne pouvait à la longue pas résister aux coups incessants portés contre une glace dure, transparente et compacte de 25 à 45 centimètres d'épaisseur, et cela pendant plusieurs jours de suite.

Les autres vapeurs, qui étaient beaucoup plus faibles, étaient encore beaucoup moins en état de résister que le sus-dit.

Les fuites d'eau qui se déclaraient à tout moment, de même que les avaries survenus aux roues et aux hélices, entraînaient non seulement des frais élevés, mais encore une grande perte de temps.

A titre d'essai, on résolut de munir l'avant du Wodan d'un éperon dont la construction est indiquée sur la planche I ci-jointe.

L'éperon en acier doux fut construit de façon que l'appareil entier pût flotter en conservant la position dans laquelle il devait être fixé au Wodan, ce qui était désirable à cause du poids relativement considérable de l'objet en question.

On fixa l'éperon à l'avant du Wodan de telle façon que le côté d'en bas descendait jusqu'à 60 centimètres sous la surface de l'eau. Le but qu'on se proposait d'atteindre par cette disposition était de pouvoir pousser l'éperon sous le champs de glace afin de le briser pour ainsi dire de bas en haut, et non plus, comme on l'avait fait jusqu'alors en travaillant avec les bateaux à vapeur en heurtant la proue contre le bord solide du champ de glace pour y faire des crevasses et faire entraîner ainsi les glaçons à la dérive.

Il était évident qu'ainsi faisant la vapeur aurait moins à souffrir.

Cependant aussi quelques armateurs avaient muni, à leurs frais, des vapeurs d'éperon. Ainsi le remorqueur „Pernis” avait été pourvu d'un éperon dont la forme et la construction étaient pareilles à celui du Wodan, tandis que les éperons destinés au Freya et au Jason avaient été exécutés suivant le même principe bien qu'ils en différassent dans leur forme; ils étaient d'ailleurs moins lourds et incapables de flotter.

Sur la planche ci-jointe on a donné aussi les croquis du Freya et du Jason avec leurs éperons, ces vapeurs étaient en outre munis d'hélices en acier fondu.

Les vapeurs équipées de la sorte: le Wodan, le Pernis, le Freya et le Jason entreprirent le débâclage du Hollandsch Diep, des deux Merwedés, et du Waal, pendant l'hiver de 1892—1893, les tentatives pour débâcler certaines rivières ayant été reconnu désirable.

Outre les bateaux précédemment nommés, on mit à l'oeuvre l'Hosanna, quoique dépourvu d'éperon, principalement pour l'employer comme vaisseau de transport pour les mineurs qui seconderaient de nouveau les efforts des vapeurs au moyen d'explosifs.

Il est à noter cependant, que les rivières étaient alors beaucoup moins encombrées par les glaces que pendant l'hiver de 1890—1891, comme les rapports déposés et nommés ci-dessus, font connaître.

La gelée, qui s'était déclarée le 21 décembre 1892 se maintint avec une intensité variable jusqu'au 13 janvier 1893. Toutes les rivières se trouvaient fermées par une croûte de glace de 25 centimètres d'épaisseur environ, tandis que les amoncellements de glace, qui touchaient souvent au fond de la rivière, présentaient une épaisseur variant de 70 centimètres à 3 mètres. Le Nieuwe Merwede et les cours d'eau en aval faisaient exception: là on voyait presque partout, couvrant la rivière sur les deux tiers de sa largeur, de durs glaçons flottants de 4 à 13 centimètres d'épaisseur. Vers ses embouchures inférieure et supérieure cependant, la Nieuwe Merwede était encombrée par des masses fortement accumulées, qui s'étaient attachées aux hauts-fonds et aux bords et obstruaient presque complètement les issues, surtout l'embouchure amont.

Malgré le principe adopté auparavant de ne procéder à rompre les glaces que après que le dégel se serait déclaré, on résolut de faire des tentatives pour empêcher, même avant le dégel, le Nieuwe Merwede de

se prendre, vu l'état dans lequel se trouvait ce fleuve, qu'on peut considérer comme la principale voie de déchargement du trop-plein de cours d'eau et des glaces d'amont.

Suivant le plan de campagne qu'on s'était proposé, les brise-glaces se rendaient par le Hollandsch Diep dans le Nieuwe Merwede; tant que la gelée continuerait on s'appliquerait exclusivement à empêcher le Nieuwe Merwede de se prendre.

Deux brise-glaces s'efforceraient de détruire les amoncellements de glace qui barraient pour la plus grande partie les embouchures de ce fleuve, tandis que les deux autres brise-glaces parcourraient continuellement la rivière d'un bout à l'autre, afin d'empêcher les glaçons de s'arrêter et de former une croûte compacte. Si le dégel se déclarait, on procéderait au débâclage des glaces plus en amont, après avoir enlevé les barrages dans les embouchures du Nieuwe Merwede.

Les mineurs seconderaient le travail des vapeurs et opéreraient du reste autant que possible là où les vapeurs ne pourraient pas aller.

Si les résultats du débâclage pendant l'hiver de 1890—1891 ont été très insignifiants comme on l'a pu voir par ce qui précède, de sorte que, dans ces circonstances, en dépit de tous les efforts, les brise-glaces n'avancèrent en moyenne pas plus que de 500 à 600 mètres par jour, et qu'ils avaient seulement atteint l'embouchure aval du Nieuwe Merwede lorsque les glaces descendaient d'amont, — les circonstances beaucoup moins défavorables pendant la saison dont nous parlons maintenant, l'époque choisie pour le commencement des travaux, et en partie aussi, les appareils plus efficaces dont on s'est servi dernièrement, furent cause que cette fois, quand la débâcle des glaces d'amont eut commencé, les glaces n'étaient non seulement flottantes dans le Nieuwe Merwede, mais encore dans une notable partie de la Boven-Merwede; et, ce qui était l'essentiel, c'est que les amoncellements de glace qui s'étaient formés dans les endroits peu profonds avaient été rompus.

Quant à l'effet produit par les vapeurs, munis d'éperon, on peut dire que, dès le commencement du travail, il fut constaté que même dans les endroits où un champ uni s'était formé, et où l'épaisseur de la glace était d'environ 25 centimètres, il ne pouvait être question d'avancer régulièrement, ni avec le Wodan, ni avec les bateaux à hélice.

Il va sans dire qu'il fut plus difficile encore d'avancer là où les glaçons avaient été poussés les uns sur les autres. Bien que le Wodan reculât souvent de cent mètres pour pouvoir heurter à toute sa vitesse contre la lisière du champ de glace il ne pénétrait ordinairement pas plus d'une demi-longueur de bateau, quelquefois une longueur entière, mais rarement plus loin dans la masse de glace.

Les bateaux à hélice armés d'éperon plus tranchant, le Freya et le Jason, pénétraient en général plus facilement dans la glace fixe.

Il est hors de doute qu'on a obtenu de meilleurs résultats par l'usage

des vapeurs munis d'éperon, qu'on n'eût pu obtenir avec des vapeurs sans éperon.

Ainsi pendant l'hiver de 1890—1891, on s'était servi de 9 vapeurs, dont aucun n'avait d'éperon, lesquels furent au service de l'Etat pendant 2529 $\frac{3}{4}$ heures, dont 799 $\frac{3}{4}$ h. furent employées à rompre la glace. Par contre, les 5 vapeurs dont on s'est servi pendant la saison dernière, et dont 4 étaient munis d'éperon furent employés pendant 1945 heures, et travaillèrent dans la glace pendant 775 heures.

Ce résultat beaucoup plus favorable est dû, non seulement aux hélices d'acier dont on s'est servi, mais encore — et en grande partie — à cette circonstance que les éperons protègent l'avant du bateau. En conséquence il ne se déclarait plus à tout moment des fuites d'eau à la proue, comme l'avait été le cas dans l'hiver de 1890—1891, de sorte que les travaux avaient dû être interrompus continuellement pour réparer les avaries.

A cet effet, les éperons du type, employé pour le Wodan et le Pernis sont préférables à ceux du Jason et du Freya. Avec le premier type, une beaucoup plus grande partie de l'avant du bateau est protégé.

On trouve encore, que surtout le Freya et le Jason, munis d'éperon de forme tranchante, réussissaient mieux à arracher des masses de glace et à les déchirer, que les navires munis d'éperons larges et plats, tels que ceux du Wodan et du Pernis. Il est vrai que dans un champ de glace pas trop épaisse et où les glaçons ne s'étaient pas trop fortement entassés, l'effet des roues du Wodan se faisait sentir sur une plus grande étendue, et que le battement de ces roues faisait parfois se détacher d'énormes glaçons qui allaient alors à la dérive; — mais cet éperon était au contraire peu efficace dans les endroits où la glace s'était accumulée et où les glaçons avaient été poussés fortement les uns sur les autres, atteignant ainsi une épaisseur de deux mètres et plus; et c'était pourtant dans ces endroits que les brise-glace devaient produire le plus d'effet.

Le bateau s'engageait-il dans un amoncellement pareil, il s'y prenait le plus souvent si malheureusement, qu'il ne parvenait, dans la plupart des cas, pas à se dégager lui-même. Ce n'est qu'après que les glaces accumulées devant la proue avaient été brisées par un autre vapeur, souvent à grande peine, que le brise-glace se dégageait. Quant au Pernis, cet inconvénient était plus considérable encore. Le résultat obtenu par ces brise-glace dans cette glace était encore notablement inférieur à celui obtenu par le Freya et le Jason. Ces derniers, plus légèrement bâtis, munis d'éperon plus tranchant, parvenaient presque toujours à se dégager eux-mêmes; aussi brisaient-ils une plus grande quantité de glace que ne parvenaient à le faire le Wodan et le Pernis, armés d'éperons larges et plats.

L'Hosanna, qui n'était pas muni d'un éperon, eut une fuite d'eau si dangereuse à la proue, au bout de deux jours de travail seulement, qu'on dut provisoirement mettre ce vapeur hors de service, afin de réparer cette avarie.

Si l'on peut ainsi juger favorablement l'efficacité des éperons, sous le rapport de l'effet obtenu dans un temps déterminé, il est à remarquer en même temps que dans le cours de ces travaux un inconvénient s'est déclaré: pour être employé comme brise-glace, il faut que ces bateaux soient bâtis d'une manière beaucoup plus solide que ne le sont ordinairement les remorqueurs.

L'avant du bateau étant protégé par l'éperon, les voies d'eau qu'on était forcé de réparer sur le champ, ne se produisent plus aussi souvent dans le cours des travaux, et le bateau peut être employé plus longtemps; mais il en résulte des avaries d'un caractère plus grave que les voies d'eau.

C'est ce que l'exemple du Freya prouva évidemment. Ce vapeur qui naviguait à peine depuis un peu plus d'une année, et dont la construction était très solide, beaucoup plus que ce n'est généralement le cas pour les remorqueurs, fut employé presque sans interruption au débâclage, du commencement à la fin, pendant les travaux dans la saison indiquée, qui durèrent plusieurs jours. La quantité de glace brisée par ce vapeur était considérable.

Lors de l'inspection de l'état du bateau sur le chantier, après la cessation des travaux, il fut démontré que plusieurs gabarits avaient été fortement enfoncés et que le bateau entier était disloqué.

Bien qu'à un degré moindre, c'était aussi le cas du Jason. Ce bateau n'avait cependant fait service de brise-glace que pendant un temps beaucoup plus restreint.

Le Wodan, d'une construction très forte, et qui était protégé plus complètement par son éperon, avait offert plus de résistance.

Quant au Pernis, la durée de son service avait été très courte, en comparaison des autres bateaux.

Le nombre d'hélices qui se cassèrent, fut petit, en comparaison des années précédentes.

Il n'y eut que le Pernis dont l'hélice de fonte se cassa à deux reprises; tandis que les avaries dans les hélices des autres vapeurs étaient si peu importantes que l'on ne jugea pas nécessaire de les renouveler pendant le travail. Cette circonstance favorable était due à l'emploi d'hélices d'acier pour ces vapeurs.

Comme ces vapeurs, munis d'éperon, pouvaient rester plus continuellement à l'œuvre que les années précédentes, les machines aussi avaient plus à souffrir. Surtout le Wodan eut une forte avarie dans sa machine.

En général les roues de ce dernier vapeur tinrent bon; quelques palettes seulement se brisèrent dans la glace. Ce même bateau, qui avait été pris entre des glaçons flottants, eut une avarie assez importante dans son gouvernail.

Les frais entraînés par l'emploi des brise-glace sont énumérés dans le tableau suivant:

Tableau.

VAPEURS.	Frais de location et de service.	Frais de réparation.	Frais totaux.	Heures de navigation ou de service dans la glace.	Heures d'inaction avec ou sans feux ouverts.	Frais par heure de navigation ou de service dans la glace.	REMARQUES.
Todan à éperon .	f 18145.— (1)	f 7611.34	f 25756.34	495	303	f 93.05 (2)	(1) Y compris le prix de location annuel du vapeur: f 9200.— payable conformément au contrat du 30 mars 1883, et la location de f 2000.— par an pour l'éperon payable conformément au contrat d'avril 1892. (2) Y compris le prix de location du vapeur et de l'éperon.
Reya à éperon .	5170.—	13603.18	18773.18	196	287	95.77	
Ernis à éperon .	2305.—	1594.35	3899.35	89	153	43.81	
ason à éperon. .	2740.—	3296.40	6036.40	114	126	52.95	
losanna	3365.—	3172.32	6537.32	181	301	36.11	
Total . . .	f 31725.—	f 29277.59	f 61002.59	775	1170	f 78.71	

C. Brise-glace du type-Elbe.

Bien que les résultats obtenus par les vapeurs munis d'éperon aient été, ainsi qu'il résulte de ce qui précède, beaucoup plus favorables que ceux obtenus par les vapeurs non pourvus de ces appareils; les frais de réparation des avaries, résultant surtout de la construction trop peu solide du matériel employé, étaient toujours beaucoup trop élevés par rapport au résultat obtenu.

Il fallait s'appliquer ainsi à trouver des vapeurs d'une construction beaucoup plus solide.

Cette considération conduisit à examiner la question si les brise-glace dont le gouvernement allemand se sert depuis quelques années pour le débâclage de l'Elbe en amont de Hambourg, surtout à l'avantage des districts riverains, ne pourraient pas être employés avantageusement sur nos rivières.

Le résultat de ces recherches fut qu'il paraissait très désirable d'avoir à sa disposition de tels appareils pour le débâclage des rivières de notre pays.

Aussi, dans le cours de la discussion du budget de l'Etat pour 1894, les sommes nécessaires furent-elles votées pour construire, à titre d'essai un brise-glace du type Elbe. Ce travail, adjugé fl. 47000 est en voie d'exécution. La planche ci-jointe donne le plan de ce brise-glace.

Voici encore quelques données sur ce bateau:

Le navire mesure 28 mètres de longueur sur la ligne de flottaison; 6 mètres de largeur et d'un tirant d'eau de 1.60 à 2.10 mètres.

La carène est à fond plat sur une certaine partie; de la poupe jusqu'au milieu du vaisseau, la quille monte sur une ligne droite jusqu'à 80 centimètres de haut et se courbe alors en suivant une parabole à la proue. A 60 centimètres de la proue, la tangente à cette courbe de démarcation fait avec la ligne de flottaison un angle de 17 degrés.

Plus en avant, la quille émerge et s'arrondit insensiblement jusqu'à la proue.

La construction de l'arrière du vaisseau est telle que pendant le travail les glaces détachées sont dirigées le moins possible vers l'hélice.

Dans l'eau libre de glace ce bateau file avec une vitesse minimum de 5 mètres par seconde.

Dans l'axe de la carène, on a rivé au bordage extérieur, du milieu du vaisseau jusqu'à la proue, une quille d'acier de 10 centimètres de haut et de la forme indiquée par le croquis ci-contre, dans le but de concentrer la pression quand le bateau glisse sur une plaine de glace, et afin de parer à un trop grande dérive du bateau en marche.

Pour fortifier le bordage extérieur on a imaginé une combinaison de sections transversales et longitudinales tandis que la liaison dans le sens de la largeur du vapeur est fortifié encore au moyen de cinq cloisons étanches.

Le dimension de la proue est de 120×40 millimètres, celui de la poupe 120×5 millimètres.

Dans l'avant du vapeur, les sections transversales sont espacées de 30 centimètres, au milieu du vapeur de 35 à 40 centimètres; et dans l'arrière de 50 centimètres.

Pour rendre la construction plus solide encore, on a disposé des gabarits et des sections longitudinales sur la quille et à la hauteur de la ligne de flottaison.

L'épaisseur des plaques de fer de bordage est de 10 millimètres dans l'avant du vapeur jusqu'à la ligne de flottaison, et au-dessous de ce niveau de 13 millimètres; vers le milieu et à l'arrière de 9 millimètres, dans les endroits moins exposés de 8 millimètres.

A l'exception des pièces forgées le vapeur a été construit entièrement en acier.

A l'avant, comme à l'arrière du vapeur, il a été aménagé un espace où une quantité d'eau, servant de lest, peut être amenée à l'aide d'une pompe à vapeur, laquelle sert aussi à écarter cette eau. L'eau peut être mise à l'abri de la gelée en la chauffant au moyen de la vapeur.

La machine est verticale à haute et à basse pression, à condensation à la surface ou par injection; le tout disposé de manière à pouvoir aussi opérer sans condensation; elle est de 250 chevaux et a été installé d'une façon exceptionnellement solide.

La chaudière est une chaudière dite tubulaire.

L'hélice, d'un diamètre de 160 centimètres, est en acier fondu, à quatre ailes. L'essieu mesure 15 centimètres de diamètre.

Une projecteur électrique transportable a été installée à la proue.

Avec des brise-glace construits comme nous l'avons décrit plus haut, on a obtenu sur l'Elbe, pendant les derniers hivers, des résultats très satisfaisants, surtout en ce qui concerne les avaries dont les navires ont à souffrir; celle-ci étant en général très peu importantes.

Les brise-glace du système-Elbe, opèrent en glissant *sur* la plaine de glace, qu'ils brisent ainsi par leur propre poids. Cette façon de travailler est toute différente de celle usitée jusqu'ici chez nous. En effet, nos bateaux brisaient la glace, comme on l'a pu voir par ce qui précède, soit en se ruant contre la lisière d'un champ de glace; ou bien (et c'était le cas des vapeurs munis d'éperon, tels qu'on en a affrété pour la première fois pendant l'hiver de 1892—1893) en brisant le champ de glace de bas en haut. Il s'ensuit qu'on a donné une forme particulière à la quille des vapeurs du type-Elbe.

Il serait sans doute superflu de démontrer que, de cette façon, le brise-glace a beaucoup moins à souffrir; qu'il est ainsi moins exposé aux avaries que dans les cas où l'on tâche de briser la glace en heurtant la proue du bateau contre le bord solide d'un champ de glace; ou bien en poussant un éperon, fixé à la proue du bateau à vapeur, sous la croûte de glace, afin de briser celle-ci en la soulevant. Les esquisses ci-jointes expliquent en quelque sorte ces différentes méthodes de travailler.

Le fait qu'avec les brise-glace qui détruisent la plaine de glace en glissant dessus, on a obtenu de meilleurs résultats qu'avec les brise-glace employés sur les rivières hollandaises — autant en ce qui concerne le peu d'avaries, que par rapport au progrès du travail; — cet avantage n'est probablement pas dû uniquement au type de brise-glace employé, mais sans doute pour une notable partie à cette circonstance que les amoncellements et barrages de glace sont en général moins forts sur l'Elbe que sur les rivières hollandaises.

Cela peut s'expliquer par les raisons suivantes:

En premier lieu la vitesse des courants, sur cette partie de l'Elbe en amont de Hambourg qui peut être comparée à nos fleuves hollandais, est de beaucoup inférieure à celle qu'on observe chez nous; de sorte que les masses de glaçons flottantes sont moins fortement poussées les unes sur les autres, que ce n'est le cas par la vitesse beaucoup plus grande de nos rivières. Ainsi il y a moins d'occasion de favoriser la formation d'embâcles.

En outre, l'Elbe est déjà beaucoup plus complètement régularisé que ne le sont à l'heure qu'il est, nos rivières, dans la partie inférieure de leurs cours.

Il est vrai que, dans l'Elbe, il se trouve encore un grand nombre de bancs de sable, mais ce n'est que dans quelques cas qu'ils s'élèvent au-dessus de la cote moyenne de la rivière; généralement ils restent bien en dessous de ce niveau.

Même dans la partie de la rivière où l'effet des marées se fait sentir, ces hauts-fonds n'émergent presque nulle part, à l'époque de la marée basse.

Quand les glaces se forment, elles s'accumulent le plus souvent d'abord sur les hauts-fonds visibles à marée basse, et y restent entassées, formant ainsi des barrages surtout dans les parties inférieures du cours de nos grandes rivières, où les travaux de régularisation ne sont pas complètement achevés.

Si la régularisation plus complète de l'Elbe et les plus faibles vitesses des courants de cette rivière sont cause que les barrages de glace s'y forment moins vite et sont moins dangereux que dans nos fleuves, il est hors de doute que les nombreuses bifurcations de nos fleuves ont une influence très fâcheuse: des eaux mortes près des points, où les branches se séparent en sont la conséquence, par quoi la rivière se prend et les glaces s'amoncellent facilement et forment des barrages dans ces endroits. Le courant se divise moins souvent dans la partie inférieure de l'Elbe.

Cette rivière a du reste l'avantage que son embouchure, allant vers le nord-ouest, est située beaucoup plus favorablement par rapport aux vents qui accompagnent ordinairement le dégel, que nos estuaires de Goeree et de Brouwershaven, par lesquelles les glaces doivent principalement se décharger. La descente des glaces rencontre ainsi moins d'obstacles dans l'embouchure de l'Elbe, en général, que dans nos estuaires.

Pour les raisons susmentionnées, l'amoncellement des glaces occasionnera en général de plus sérieux inconvénients sur nos fleuves que sur l'Elbe.

Dès à présent on peut cependant être sûr que, bien que les brise-glace du type-Elbe offrent de grands avantages, autant pour ce qui concerne les progrès des travaux, que par rapport aux frais de réparation, même ces brise-glace seront de peu d'utilité dans les amoncellements de glace, tels qu'ils s'en forment à plusieurs reprises sur nos rivières, dans les cas où le chenal de navigation est obstrué par des masses fortement entassées, sur plus de 1000 mètres de longueur quelquefois, occupant toute la largeur du chenal jusqu'au fond.

Le brise-glace, glissant à toute vitesse sur la surface de ces amoncellements de glace, y reste immobile sans produire d'effet appréciable, ou glisse à reculons pour retomber dans l'eau.

Dans ces conditions le travail de débâclage doit être abandonné pour la plus grande partie aux mineurs.

Si l'on voulait pourtant essayer d'utiliser les brise-glace, même dans ces circonstances particulières, ils devraient être munis d'éperon pareil à

ceux employés par le Jason et le Freya pendant l'hiver de 1892—1893, décrits plus haut, et dont il ne serait pas trop difficile de munir quelques vapeurs.

Pendant cet hiver de 1893, on a opéré non sans succès, avec les vapeurs ci-devant nommés, munis d'éperon du système décrit plus haut, dans les forts barrages et amoncellements de glace.

V. DES DÉBÂCLAGES ARTIFICIELS DES RIVIÈRES AU MOYEN DES MINES.

A. Cas, où l'on recourut aux mines pour les dits débâclages.

Dans les tentatives qui ont été faites dans notre pays, pour favoriser, par le moyen de débâclages artificiels le débâclement des rivières, on s'est plus d'une fois servi d'explosifs. Quand même elles n'ont pas été faites sur une aussi vaste échelle pour que par là on puisse porter un jugement complet sur l'utilité de ce procédé et quand même les données sont encore de trop peu d'importance pour aboutir à une solution de nombre de questions qui se sont présentées lors du règlement et de l'exécution des travaux, l'expérience acquise en différentes circonstances surtout pendant les hivers derniers est assez importante, pour que nous soyons à même de fournir une dissertation, qui pourra en même temps servir à traiter le sujet.

Au chapitre III a été donné un aperçu des cas, où l'on a recouru au débâclage artificiel, aussi au moyen des mines.

Jusqu'en 1891 on n'employa les mines au débâclage des rivières prises que pour disloquer la glace en amont du point où travaillaient les brise-glace.

Dans l'hiver de 1890—1891 et de 1892—1893, on opéra sur une très grande échelle; alors on travailla, soit à seconder les brise-glace, en débarrassant de glace le chenal de quelques rivières aval, soit à miner et débâcler des amoncellements de glace dans ce cas avec ou sans vapeurs. Ce sont surtout les résultats obtenus pendant les mois de janvier et de février de 1891 et 1893, qu'il importe de traiter ici; les rapports, rédigés la-dessus par les ingénieurs respectifs du waterstaat et les commandants de détachements, et l'expérience, acquise par l'auteur du présent rapport, pendant le temps, qu'il a pris part aux travaux, sont les sources, où il a puisé le sujet de ce chapitre.

Ceux qui prennent intérêt, trouveront dans les rapports de ce qui est arrivé sur les rivières Néerlandaises dans les hivers de 1890—1891 et de 1892—1893, un aperçu complet des états de la glace, des débâclages, etc. tandis que les cartes appartenantes peuvent en même temps être utiles à l'explication de ce qui est disserté dans le présent rapport.

Les cas où l'on a fait usage des mines au profit du débâclage artificiel sont :

a. Pour seconder les brise-glace dans les débâclages, ayant pour but de précipiter la rupture des *embâcles* (on entend par embâcle la croûte de glace compacte qui s'étend ou entièrement ou partiellement sur toute la surface d'une section de rivières; ainsi que quelques amoncellements de glaçons flottants qui se sont glissés ça et là sous la croûte en question);

b. Pour miner et débâcler entièrement des barrages (amoncellements locaux de glaçons ou une vaste étendue de vraie glace qui gênent entièrement ou partiellement la descente de la rivière;

c. à maintenir à l'aide de brise-glace à l'état flottant la glace d'une rivière (le Nieuwe Merwede) pendant la gelée, à seconder les débâclements à des endroits que, par suite de cotes basses, les vapeurs ne pourraient nullement atteindre.

Des cas mentionnés par a et b on a déduit, qu'il faut commencer les travaux lors au dégel continu. Car en temps de gelée les banquises brisées ou crevassées forment de nouveau bientôt une masse compacte, quand elles ne peuvent se rendre à la mer, et par cela le travail sera inutile. Aussi l'effet de mines, est-il, en pareil cas, de fort peu d'importance.

a. Ruptures d'embâcles.

Lors du débâclage par les brise-glace on ne recourut aux troupes du génie ou aux torpilleurs que quand les vapeurs ne pouvaient à cause de l'épaisseur de la glace, y pénétrer suffisamment.

En 1891 et en 1893 il parut que leur aide était nécessaire, dès que la glace avait 20 à 25 centimètres d'épais. Les circonstances et la manière, dont on travailla ont été en partie décrites dans les chapitres précédents du présent rapport et pour ne pas tomber dans des redites, nous nous bornerons à faire mention de ce qui suit:

L'ouverture du chenal se fit en suivant le fil de l'eau. Si l'on voulait avoir quelque certitude que les sections ouvertes charriaient régulièrement la glace d'amont, il fallait donc que la largeur du chenal fût assez grande. Selon les circonstances, elle était de 150 à 250 mètres. La distance des mines de la même raie et la distance des raies variaient en rapport aux conditions locales, comme le constateront les exemples cités plus bas.

1. Débâclage du Hollandsch Diep et de l'embouchure aval du Nieuwe Merwede pendant l'hiver de 1890—1891.

Du 1^{er} au 5 février 1891 un détachement de 1 officier et de 20 inférieurs et, ensuite deux détachements, de 2 officiers et de 38 inférieurs, pratiquèrent des mines pour seconder les brise-glace, qui travaillaient au débâclage du chenal méridional du Hollandsch Diep et de l'embouchure aval du Nieuwe Merwede. De ces vapeurs il y en avait d'ordinaire trois qui travaillaient à l'endroit en question. L'épaisseur de la croûte de glace

compacte était en moyenne de 36 centimètres, A l'embouchure aval du Nieuwe Merwede, cette épaisseur allait en augmentant, par suite des glaçons qui se glissaient sous la croûte de vraie glace, de 50 centimètres à 2 mètres, et la masse de glace formait une embâcle.

Nombre de mines (de poudre et dynamite) qu'on a fait jouer :

Le 1 février	21 charges
" 2 "	7 "
" 3 "	15 "
" 4 "	11 "
" 5 "	19 "

Le poids des charges de poudres variait de 10 à 25 kilos, celui des charges de dynamite de 2,5 à 10 kilos.

Les mines, chargées de poudre, étaient pratiquées sous la surface de la glace, à une profondeur de 1.75 à 2.50 mètres et les mines de dynamite à 1.50 mètre.

Les mines faisaient des ouvertures de 5 à 14 mètres de diamètre, selon l'épaisseur de la glace et la grandeur et le genre des charges ; tandis que l'effet des crevasses s'étendait à l'ordinaire de 10 à 30 mètres et n'était que rarement insignifiant (ce qui était le cas, quand la glace était très épaisse). Pour ce qui est de la juste appréciation de l'effet on renvoie aux notices concernant quelques mines de l'annexe II.

D'abord les mines furent disposées dans la même raie à 30 mètres les unes des autres et la distance des raies fut fixée à 100 mètres ; lorsque de cette manière, les vapeurs n'étaient pas assez secondés on ramenait les distances à 25 mètres. De temps en temps, les mines servirent à briser de grandes banquises flottantes, tandis que parfois aussi elles jouèrent là où ne pouvaient parvenir les brise-glace.

En 5 jours ouvrables la voie de navigation fut ouverte sur une longueur d'environ 2000 mètres et une largeur d'environ 250 mètres. Si les résultats furent si insignifiants, il faut en attribuer la cause, outre la grande épaisseur de la glace, principalement aux difficultés que les brise-glace eurent à vaincre et aux avaries survenues à plusieurs reprises à ces vapeurs (voyez chapitre IV) puis aussi aux circonstances défavorables dans lesquelles les détachements devaient travailler. Le transport des explosifs au banc de sable d'Anna Jacomina par les étroites digues s'effectua très mal et, par suite de l'action de la marée et par un temps brumeux, il fut très difficile de travailler aux mines.

2. Débâclage du Boven-Merwede et du Waal pendant l'hiver de 1892—1893.

Si dans le cas précédent comme dans le débâclage du Lek pendant l'hiver de 1890—1891 les travaux des détachements de débâclage furent assez peu importants, dans l'hiver de 1892—1893 il y eut occasion de travailler sur une plus grande échelle dans le Boven-Merwede et le Waal. Vu qu'on réussit à tenir le Nieuwe Merwede ouvert durant la gelée et qu'un

détachement des troupes du génie, fort de 1 officier et de 20 inférieurs, avait déjà mandé à temps à Werkendam, on put se mettre à l'oeuvre dès le commencement du dégel.

Pour les débâclages on avait, comme il a été dit ci-devant, désigné 4 brise-glaces munis d'épéron à glace (le Wodan, le Pernis, le Freya et le Jason) tandis qu'un cinquième vapeur (l'Hosanna) d'abord employé à briser la glace n'avait pas d'épéron.

Entre le 15 et le 21 janvier 1893, pendant qu'il gelait encore, le Freya et l'Hosanna réussirent avec l'aide des troupes du génie, à rompre une embâcle (qui avait partiellement le caractère d'un barrage de glace) à l'embouchure du Nieuwe Merwede (lettre c de ce chapitre-ci).

Lorsque, le 22 janvier, le dégel commença et que le Wodan fut en attendant arrivé sur l'emplacement, on se mit à ouvrir dans le Boven-Merwede un chenal, large de 100 à 150 mètres; cependant, vu la basse cote et le peu de profondeur du chenal, il fut impossible de briser la glace sur un plus grande largeur.

Le 23 janvier, on se mit à faire sauter des mines. La croûte de glace solide avait le plus souvent une épaisseur de 20 à 25, parfois même de 30 centimètres. Entre les K.M. raies C II et XCVIII (1) on rencontra près du fil de l'eau beaucoup d'amoncellements de glace, d'une épaisseur variant entre 0,7 et 6 mètres qui avaient été formés par les glaçons qui s'étaient glissés sous la croûte de glace.

Des mines, chargées de poudre et de dynamite firent des entonnoirs dans le chenal dans des raies, qui selon l'épaisseur de la glace étaient espacées de 25 à 75 mètres, tandis que dans chaque raie, on fit sauter, le plus souvent 2 à 3 mines (parfois 4 à 1). Là où les vapeurs pouvaient se tirer seuls d'affaire on ne fit pas jouer de mines.

Le total en était de:

Date.	Poudre.	Dynamite.	Total.
23 janvier	14	7	21
24 "	18	27	45
25 "	24	27	51
26 "	25	34	59
27 "	19	7	26
28 "	36	—	36

Le poids des charges de poudre était de 12,1 ou 25 kilos, celui des charges de dynamite était le plus souvent de 2,5 et parfois de 5,— 7,5 ou 10 kilos. Autant que possible, on plaça les mines, chargées de 12,1 kilos de poudre à 2 mètres et celles de 25 kilos à 2,5 mètres et les mines de dynamite à 1 mètre sous la surface de la glace. On a donné à l'annexe IV l'effet de quelques mines. Selon l'épaisseur de l'état de la glace, les charges de 12,1 kilos de poudre et celle de 2,5 kilos de dynamite faisaient générale-

(1) Comme pour se reconnaître sur les rivières de Hollande les ingénieurs du Waterstaat les ont divisées à partir d'amont en subdivisions, nommées raies kilométriques (K.M. raies), nous nous sommes servis du même terme.

ment des trous de 4 à 10 mètres de diamètre (dans la glace de 70 centimètres d'épais bien souvent de 7 à 8 mètres de diamètre); les charges de 25 kilos de poudre faisaient ordinairement des trous de 11 à 15 mètres de diamètre, les charges de 5 à 10 kilos de dynamite, beaucoup employées en cas de glace très épaisse (barrages) donnaient des résultats pareils aux charges de 2,5 kilos dans la glace mince. Les dimensions de la surface crévassée étaient ordinairement de 20 à 40 mètres; une seule fois elles furent de 50 à 60 mètres, souvent aussi seulement de 10 à 15 mètres.

La longueur du chenal, ouvert par les brise-glace dans l'espace de 8 jours ouvrables, était de 14 kilomètres, soit en moyenne $1\frac{3}{4}$ kilomètre par jour.

Dès le 29 janvier on discontinua de miner, vu que les brise-glace, n'arrivaient pas, puisqu'ils étaient occupés ailleurs (à rompre des embâcles).

Le 2 février le Beneden-Waal débâcla et le 3 février l'eau charria la glace pour de bon, de sorte qu'on n'eut plus besoin de reprendre le débâclage artificiel du Waal. Le 1, 2 et 3 février, le détachement des troupes du génie travaillait à débarrasser le Boven-Merwede de barrages qui s'y étaient formés par les glaçons qui s'étaient amoncelés là.

Les résultats des travaux entrepris sur le Boven-Merwede et le Waal peuvent être regardés comme assez importants et seront plus détaillés à la lettre c de ce chapitre-ci.

b. Débâclage et diminution d'embâcles.

Pendant les périodes de gelée et de dégel des hivers de 1890—1891 et de 1892—1893, il se forma des embâcles, sur différents points de nos rivières.

Les amoncellements les plus considérables se firent, pendant l'hiver de 1890—1891, dans le Boven-Rijn, près de Lobith et de Millingen dans le Waal entre Rossum et Loevestein, dans tout le Nieuwe Merwede, l'IJssel, près de Zalk et le Maas, près de Grave. Dans l'hiver de 1892—1893, il y en eut surtout dans la *bouche amont* du Pannerdensch Kanaal et le *Boven-Rijn* près Lobith; le *Lek* entre Hagesteyn et Vianen; le *Waal* à Well, à Afferden, à Gasselt, près Beek et Oyen, et l'IJssel près de Katerveer et Zalk.

Par les circonstances favorables où le débâclement des rivières eut lieu, ces barrages n'ont donné lieu à aucune dangereuse rupture de digue. Après que la croûte de glace supérieure se fut fortement affaiblie par le dégel continu, les masses de glace descendirent poussées par les grandes crues, que les barrages de glace firent augmenter assez rapidement.

Dans la plupart des cas, on tâcha de favoriser, par le moyen des mines la débâcle.

Ce n'est que dans les rivières aval, (p. e. Nieuwe et Boven-Merwede, Waal, à partir de Herwijnen jusqu'à Loevesteyn) que les brise-glace eurent occasion de prendre part au débâclage artificiel, lorsque plus bas, le chenal fut ouvert.

Là, où les rivières étaient encore prises, les détachements durent se mettre seuls à l'oeuvre autant pour *diminuer* que pour *rompre entièrement* les embâcles.

Des cas où l'on recourut aux mines, nous décrirons quelques-uns ci-après.

1°. L'embâcle de l'IJssel, près de Zalk dans l'hiver de 1890—1891.

C'est des rapports rédigés à ce sujet que nous empruntons ce qui suit :

Comme le 14 décembre la glace s'était amoncelée jusqu'au fond du lit au coude de Zalk, environ K. M. raie CVIII, près du bac de Zalk sur une longueur d'environ 800 mètres en aval et que ce fort barrage pouvait être, en cas de dégel un grand obstacle au passage de l'eau et de la glace et que de plus les brise-glaces étaient dans l'impossibilité d'atteindre ce point là, c'était là l'endroit désigné pour ainsi dire, par les circonstances, que l'on devait tâcher de rompre l'embâcle. Cependant, après le 14 décembre, l'embâcle diminua tellement qu'il n'en résulta aucun écoulement irrégulier entre Katerveer et Kampen. Le 26 janvier, elle s'étendait, de 228 mètres en-dessus à 252 mètres en-dessous de K.M. raie CVI, sur une largeur moyenne de 112 mètres ; l'épaisseur de la glace était alors de 45 centimètres à 3 mètres ; la croûte supérieure d'à peu près 45 centimètres d'épaisseur, consistait en une glace compacte, sous la quelle avait glissé d'autre glace.

Sur cette date, un détachement de troupes du génie, de 1 officier et de 20 inférieurs, arrivèrent sur les lieux pour y commencer le débâclage. De l'état des choses on pouvait conclure qu'il ne pouvait être question d'un débâclage proprement dit, car en aval, la rivière était prise et l'écoulement de la masse de glace se ferait difficilement à cause de la cote basse. Pour cela on voulait, au moyen de mines essayer de diminuer et de disperser cette masse, de manière que par le poids de l'eau, le débâclage s'effectuait naturellement par suite des crevasses et des trous faits par les mines.

Le 27 janvier on fit jouer 5 mines d'essai, en conséquence desquelles on résolut d'employer de fortes mines (50 kilos). Cependant comme il fut bientôt constaté le 28, que les résultats (crevasses) n'étaient pas de beaucoup plus grande importance que par les faibles charges, on se servit de mines de 18 et 9 kilos, généralement pratiquées à 2.5—2.9 mètres sous la surface de la glace.

A cause de la grande étendue de l'embâcle, il fut, relativement aux forces disponibles, résolu de commencer à faire des trous sur la plus profonde partie de la rivière, c'est-à-dire sur la moitié à peu près de la largeur de la rivière.

Si, à cet effet, plus tard il était encore temps, on ferait des entonnoirs dans les parties moins profondes. Les mines furent pratiquées en profils

obliques, espacés d'environ 25 mètres, tandis que la distance des charges était d'à peu près 15 mètres.

D'abord on alluma les charges toutes à la fois (dans des cruches) en un profil oblique par combinaison en chapelet. Plus tard, quand on se servit de barriques cela donna lieu à des fuites et des refus et pour cela on alluma les mines chacune à part, ou 2 à 2, selon une combinaison en chapelet modifiée (Fig. 8 et 9 de la planche II).

Le nombre des mines était de :

27 janvier	5
28 "	14
29 "	21
30 "	20
31 "	31

Par là fut remplie la tâche sur la partie profonde de la rivière. Le 1 février, la glace était devenue, par le dégel continu, si fragile qu'il aurait été impossible de travailler dans la partie peu profonde.

Les longues crevasses qui s'étaient produites les 2 derniers jours, rendirent les mines moins nécessaires, de sorte que l'on résolut de suspendre les travaux et d'attendre les événements.

Le 1^{er} et 2 février, n'amènèrent aucun changement à l'embâcle, bien qu'il y eût une faible crue.

Le 2 février à 11 heures du soir, la glace poussée par la forte crue, se mit en mouvement par quoi les entonnoirs se comblèrent et une partie de l'embâcle descendit de 700 mètres et remplit une section aval. La glace en amont de l'embâcle ne s'ébranla pas.

Le 3 février à 11 heures du matin, la masse fut régulièrement emportée par le courant jusqu'à Harsenhorst où elle s'arrêta encore une fois. La nuit, la croûte de glace aval débâcla jusqu'à Kampen.

Le 6 février, le détachement rentra dans sa garnison.

Comme il paraît plus haut, il avait fallu plus de 4 journées de 7 à 8 heures pour briser une banquise de 7 hectares.

Il est certain que les entonnoirs et les crevasses, résultées des explosions, ont été favorable au débâclage. Toute la masse de glace s'ébranla pourtant sans être suivie de celle qui était en amont.

Il est impossible de répondre à la question, si le résultat obtenu est proportionné aux dépenses faites pour cela, et si les choses auraient plus mal tourné, si l'on n'eut pas recouru au débâclage artificiel.

2° Les embâcles du Waal entre Rossum et Loevestein dans l'hiver de 1890—1891.

Après que, dans la nuit du 23 décembre 1890, le Boven Merwede se fut pris dans toute sa longueur et largeur, la croûte de glace finit, à partir de cette date jusqu'au 31 décembre, par fermer complètement le Waal.

Il n'y survint presque aucun changement pendant toute la période de gelée qui suivit.

Par suite du dégel (qui commença le 24 janvier 1894) le Waal débâcla le 29 janvier. Si, par cela la partie amont fut bientôt débarrassée de glace (30 janvier) par contre de Rossum au Boven-Merwede, la glace s'amoncela sur différents points où elle forma des embâcles (1). A Rossum et à Herwijnen cela devint inquiétant le 30 janvier; par suite de la forte crue, l'eau y montait jusqu'à 40 centimètres en dessous des parties les plus basses de la crête de la digue, de sorte qu'on se mit à rehausser ces sections de digue. C'était pour cette raison qu'on fit venir un détachement de troupes du génie qui travaillait du 4 au 8 février à diminuer les embâcles, jusqu'au 9 février le barrage était descendu.

Plus en aval à la hauteur du bac près de Loevestein, tout près de Vuren et en face de Herwijnen, les barrages de glace avaient quelque chose moins inquiétants, vu qu'ils ne causèrent pas de crues et qu'ils étaient de beaucoup moins d'importance. Cependant, les 7, 8 et 9 février, ils gênèrent beaucoup la descente de la glace du Waal, laquelle se dirigeait vers les rivières aval qui étaient déjà débarrassées de glace (Boven-Merwede et Nieuwe Merwede).

Nous croyons utile d'en décrire plus amplement le caractère, vu que pendant cette période de gelée il s'est formé plus d'une fois de telles embâcles aussi dans le lit mineur d'autres rivières (entre autres le Nieuwe Merwede et le Lek en 1893) par suite d'irrégularités locales dans les lits et vu que le débâclage artificiel, se faisant au moyen de mines bien placées, a beaucoup de chances de réussite.

En général, il y a à l'extrémité aval de l'embâcle une croûte de glace polie qui ne s'est pas encore déplacée et sur laquelle par cela on peut se hasarder. Plus haut cette croûte est fendue et soulevée, mais encore assez forte pour s'y hasarder. C'est là surtout, qu'en temps de dégel, la glace d'amont charriée qui cherche un passage sous la glace solide, rencontre un obstacle dans le lit mineur et s'arrête sur des hauts-fonds où elle finit par combler le lit de la rivière. Derrière la véritable embâcle, la surface de l'eau est couverte de gros et de petits glaçons, glissés pêle-mêle les uns sur les autres; la traversée, en bateau-traineau, ne s'y fait qu'à grande peine et en courant de grands dangers. L'écoulement est plus ou moins gêné par le barrage de glace et l'eau ainsi arrêtée cherche à se déverser dans le lit majeur.

A l'examen de ces embâcles souvent les points, offrant le plus de résistance, sautent facilement aux yeux par leur forme et leur couleur.

(1) La glace qui provenait de la rupture de l'embâcle près de Lobith descendait le 1 février, cherchait un passage par le Waal et augmentait considérablement l'amoncellement de glace dans la partie aval de la rivière.

Le débâclage s'opère le mieux de la manière suivante. A l'aide de fortes charges de poudre ou de dynamite, pratiquées de préférence dans le fil de l'eau ou tout près de là, on cherche à briser et à disperser la croûte polie de glace de devant l'embâcle. Quand les brise-glace peuvent prêter leur concours, ils peuvent souvent rendre de bons services. Alors l'embâcle proprement dite perd une grande partie de son appui et se disloque tant soit peu par les ondulations de l'eau. En faisant par de fortes charges (de préférence de dynamite) sauter successivement les points les plus résistants de l'embâcle, la masse entière se met tôt ou tard en mouvement pour être emportée par le courant.

Pour débâcler le Beneden-Waal on désigna, le 6 février 1891, deux détachements, alors occupés au débâclage du Nieuwe Merwede; ils étaient forts, chacun de 1 officier et de 20 inférieurs. Pendant qu'un détachement faisait sauter déjà, le 7 février, 9 mines (de 10 kilos de dynamite et de 20 kilos de poudre) dans l'embâcle près de Loevestein, les quelles mines détachèrent quelques gros glaçons de la glace de devant l'embâcle, 2 brise-glace arrivaient dans l'après-midi de ce jour là sur les lieux. Le Nieuwe et le Boven-Merwede étaient alors débâclés et rouverts à la navigation, et un des vapeurs transportait le 2^{ème} détachement.

Il fut convenu que le 8 février, les détachements essaieraient de briser la glace à partir des deux bords pendant que les brise-glace concouraient au même but. A mesure que les travaux avançaient, les détachements devaient, tout en travaillant, remonter le Waal le long de ses 2 bords. C'est ainsi que le 8 février on rompit assez rapidement l'embâcle près de Loevestein. L'un des détachements fit jouer 5 mines de poudre de 10 et 15 kilos et une de dynamite de 5.5 kilos, et l'autre 3 mines de 20 kilos (ces dernières furent allumées ensemble au moyen de l'électricité). La masse de glace, auparavant encore inébranlable fut brisée et partout crevasée à son extrémité aval et finit lors des explosions et des coups des brise-glace par sembler être une seule et vaste masse ondoyante. Pendant ces travaux elle s'ébranla entièrement et, poussée par la pression de l'eau accumulée derrière elle, elle fut rapidement emportée par le courant. Un des détachements, occupé à placer des mines, ne put atteindre à temps le bord, et par la rapide descente de la glace il se vit couper la retraite de sorte que les mineurs furent emportés sur des blocs de glace et ce ne fut qu'à un kilomètre plus bas, qu'ils purent regagner avec les bateaux-traîneaux le bord, par un passage sans glace. Les brise-glace battirent en retraite pour trouver un port de refuge pour éviter la glace qu'emportait le courant. La rivière était ouverte jusque près du Fort Vuren. Là aussi, il y avait un amoncellement de glace, où les détachements firent jouer une douzaine de mines encore ce jour-là, pendant que les vapeurs concouraient aussi à ce travail. Un vaste champ de glace devant l'embâcle fut brisée, mais l'embâcle elle-même, bien que diminuée et partiellement brisée, ne se démembra pas tout de suite. Ce n'est que le lendemain de

bonne heure qu'elle se mit en mouvement de sorte que la rivière fut alors ouverte jusque près de Herwijnen.

Dans la matinée du 9 février les détachements se déplacèrent à s'y aller pour rompre l'embâcle. La nuit, le barrage près de Zalt-Bommel s'était déjà ébranlé et avait descendu, de sorte que le Waal n'était plus fermé, si ce n'est près de Herwijnen. Depuis les deux rives on fit jouer en tout 16 mines (savoir 3 de poudre de 10 kilos et 8 de dynamite de 7,5 et de 10 kilos de la rive droite, et 5 charges de dynamite de 5 kilos de la rive gauche) pendant que les brise-glaces prêtaient leur concours. Là aussi, la glace transparente et polie fut entièrement crevassée et transformée en une masse flottante, tandis que les bancs (parties avant) de l'embâcle proprement dite furent détruites.

Pendant les travaux, à 1 heure et demie, la masse s'ébranla; toute la rivière débâcla et charria régulièrement.

Par rapport au mouvement de la glace amont on ne saurait dire avec certitude, si le débâclage décrit en dernier lieu est décidément le résultat produit par les mines et les brise-glaces; cependant nous croyons pouvoir nous y résoudre, si nous comparons les phénomènes avec les tout pareils lors du débâclage près de Loevestein. En attendant, il est également probable, que l'embâcle se serait aussi bientôt rompue sans mines, entendu que la cohésion de la masse ne pouvait plus guère être grande, par suite du long dégel.

3. Les embâcles du Boven-Rijn près de Lobith pendant l'hiver de 1892—1893.

L'expérience acquise dans l'hiver de 1890—1891, fit que dans l'hiver de 1892—1893, on prit à temps des mesures, pour pouvoir travailler efficacement au débâclage du Boven-Rijn.

Lorsque après une gelée ininterrompue d'à peu près 3 semaines, le dégel arriva, le 13 janvier, on dirigea le 14 et les jours suivants un détachement des troupes du génie fort de 3 officiers et de 67 inférieurs sur Lobith. Comme il se pourrait qu'en cas de formation éventuelle d'une embâcle, aussi bien amont qu'en aval du canal de décharge de l'ancienne bouche du Rijn, il fallut employer des mines on divisa le détachement en deux pelotons, qui cependant restèrent ensemble, pendant qu'en prévision de la rupture des moyens de communications on installa un communication téléphonique.

Le dégel, qui avait commencé le 13 janvier ne paraissait pas devoir durer longtemps ou que dans la soirée du 14, il commençait déjà à geler, gelée qui continua jusqu'au 22, alors seulement il dégela pour de bon. Déjà alors on crut prudent de tâcher de diminuer autant que possible, à l'aide de mines, la forte embâcle, formée à l'extrémité aval de la frontière, laquelle donnait lieu à une crue d'à peu près un mètre entre Lobith et Hulhuijzen. L'épaisseur de la glace polie était selon mesurage en moyenne de 15 à 35 centimètres et celle de toute l'embâcle de 1 à 5 mètres.

Le 24, on donna l'ordre de commencer au débâclage et dans l'après-midi de ce jour-là on fit jouer une mine à 250 mètres en-dessous de KM. raie VII. Les jours suivants on continua vigoureusement à diminuer l'embâcle dans la partie de la rivière entre la ligne Aart-Binnen et KM. raie VI. Le total des mines qu'on fit sauter à cet effet est de 59, de 10 à 20 kilos de poudre, presque toutes placées à 2,50 mètres en-dessous de la surface de la glace. Des mines furent pratiquées, dans des raies, régulièrement espacées et verticalement à la direction de la rivière et de manière à garder une distance suffisante à droite des clayonnages et à gauche de la frontière du royaume.

L'effet de quelques explosions, pour ce qui concerne la rupture de la croûte de glace, a été mentionné à l'annexe II.

En général les mines produisaient des trous de 6 à 15 mètres de diamètre. En quelques cas il se produisait des crevasses de 30 à 40 mètres à partir du milieu du trou. Quant à reconnaître la croûte crevassée, il parut, en conséquence de la couche raboteuse composée de glaçons entassés les uns sur les autres, qu'on ne pouvait le faire que rarement avec succès et rarement sans danger à cause de la grande quantité de glace ordinaire, d'eau et de glaçons qui surgissaient des trous; souvent aussi, il arriva, qu'on ne voyait aucune crevasse.

Bien qu'il eût été rationnel de fixer la distance des mines de manière à se faire rencontrer les crevasses on ne put pour les raisons sus-dites y penser; mais les mines ont été autant que possible régulièrement réparties, tandis que, à certains endroits où les glaçons s'étaient glissés les uns sur les autres, on avait en outre, placé une ou plusieurs mines entre les alignements réguliers.

Par les difficultés que l'on rencontra en minant et comme seulement une partie du détachement pouvait y travailler, le plus grand nombre des mines que l'on fit jouer par jour n'a été que de 23.

Le 28 janvier, à 6 heures du matin, la glace qui était avant Lobith (Tolkamer) s'ébranla par une cote d'eau de 12,83 mètres + A.P., et, après être accrochée une ou deux fois, elle descendit régulièrement. Vers midi et demi du même jour, le Oude Rijnmond commença à charrier et le détachement fut divisé.

Le 29, de 3 à 4 heures et demie de l'après-midi, la glace se mit à flotter par une cote de 14,47 mètres + A.P.; le 30 elle descendit de 1 heure et demie à 2 heures et demie. Les détachements furent sur leur qui-vive ce jour-là.

Le 1^{er} février à 2 heures et demie de relevé, la masse s'ébranla pour de bon, par une cote de 14,59 mètres + A.P. Il est difficile de dire avec certitude à quel degré les explosions ci-dessus décrites ont contribué au débâclement. On ne peut que constater que le premier mouvement du 28 janvier qui s'étendait d'en amont de Wésel jusqu'à tant soit peu en aval de Nimègue se fit aussi près de Bijland parfaitement régulièrement

et que la crue ci-dessus mentionnée avait entièrement disparu dans le cours de la journée.

Lors des autres amoncellements aussi, il n'y eut dans le Bijlandsch Kanaal aucun barrage funeste.

c. Comment on a débâclé et tenu ouvertes les rivières pendant la gelée.

Quant au débâclage fait dans le but d'ouvrir les rivières et de les maintenir ouvertes pendant la gelée, nous pouvons être concis: la seule fois que les troupes du génie travaillaient dans ce but c'était dans l'hiver de 1892—1893. Les circonstances dans lesquelles le Nieuwe Merwede resta ouvert pendant la période de gelée et le plan qui à cet effet fut arrêté, ont déjà été décrits dans le chapitre précédent.

Quant à l'exécution du plan seulement ce qui suit:

Le 15 janvier l'Hosanna et le Freya commencèrent à travailler au débâclage, à partir de la bouche aval du Nieuwe Merwede, tandis qu'un détachement de 1 officier et de 20 inférieurs, arrivé la veille à Werkendam y aida du 16 au 19 janvier inclusivement. Au moyen de 22 mines de 12,1 kilos de poudre on élargit la trouée faite par les vapeurs, de gros glaçons détachés des hauts-fonds suivirent le courant et furent, en cas de besoin, brisés.

Le 19 janvier, on cessa les travaux, la bouche amont était ouverte il n'y eut que le banc de sable qui resta encombré de glaçons amoncelés.

B. Aperçu relatif aux moyens de pratiquer et d'allumer les mines ; équipement des détachements.

Pour pouvoir juger convenablement des résultats et de l'utilité des débâclages artificiels décrits sous lettre A, nous croyons nécessaire de donner une description succincte,

- a. de la manière dont on pratique les mines dans notre pays;
- b. des ressources, dont peuvent disposer les détachements pour les travaux, ainsi que de la manière dont les travaux sont réglés.

a. Comment on pratique et allume les mines (Planche II).

Comme la manière de pratiquer et d'allumer les mines dans les embâcles des rivières fait partie des travaux qui, de la nature même des choses peuvent rarement être mis en pratique, la réunion des données relatives à la meilleure manière de travailler est chose très difficile. A la lettre A de ce chapitre nous avons mentionné le cas où l'on recourut aux mines pour le débâclage. Nous y voyons qu'après février 1881 succéda une assez longue période où il ne fut entrepris aucun travail pareil. Aussi ne faut il pas s'étonner que les détachements qui avaient été désignés pour le débâclage pendant l'hiver de 1890—1891, foulassent un terrain qu'ils ne

connaissaient pas assez bien et que la manière dont ils s'acquittèrent de leur tâche et que leur manière d'agir fût principalement fondée sur leur propre recherche et leur propre point de vue.

Les circonstances qui se présentèrent pendant les hivers de 1890—1891 et de 1892—1893, n'étaient pas à beaucoup près partout les mêmes, comme il paraît de notre rapport. Aussi là où celui-ci peut différer quant à l'usage des explosifs et aux moyens d'allumer et de placer les mines, etc., cela ne doit pas mener à la conclusion que la différente conception personnelle en était la principale cause. C'est ce que nous allons démontrer plus amplement dans la partie suivante de ce rapport.

Examinons maintenant quels genres de mines ont été pratiquées.

Comme nous l'avons vu précédemment, on a employé autant de poudre que de dynamite. Le premier explosif était la soi-disant poudre n^o. 1 ou 2, en grains de la grosseur de 1.01 à 2.24 et de 0.61 à 1.01 millimètres; le dernier explosif était de la kieselguhr, contenant environ 75 % de nitroglycérine.

Les charges de poudre étaient contenues dans des cruches de grès, des boîtes de fer blanc, des barriques, ou des petites caisses, hermétiquement closes 1). Quant aux charges de dynamite, on les employait en général, simplement telles qu'on les trouve dans le commerce (dans des boîtes de carton) contenant 2.5 kilos d'explosif, tandis que parfois on les enveloppait encore dans de la toile imperméable, quand on le croyait nécessaire, par exemple quand elles devaient rester quelque temps dans l'eau avant d'être allumées et que l'on devait donc empêcher la nitroglycérine de s'échapper.

On allumait les mines aussi bien au moyen de l'électricité que de la manière directe. L'équipement des détachements permettait de faire usage des deux procédés.

Pour allumer directement les mines on se servait de saucissons BICFORD, consistant en une enveloppe imperméable contenant de la poudre fine, laquelle brûlait avec une vitesse d'environ 1 centimètre par seconde. On reliait simplement à la charge cette mèche, qui traversait le bouchon qui fermait la cruche ou la boîte. Pour y donner l'imperméabilité voulue on en bouchait tous les trous avec une sorte de pâte.

Quant aux charges de dynamite le saucisson était relié à une capsule contenant 1 gramme de mercure inflammable.

Cette capsule allumait à son tour une soi-disant cartouche allumeuse (figure 6) consistant en une petite boîte de fer blanc remplie de fulmicoton-dynamite, la cartouche s'enflammait la dynamite, le plus souvent gelée. Pour cela il suffisait que la mèche et la capsule furent hermétique-

1) Pour ce qui est de l'imperméabilité, les boîtes de fer blanc sont les meilleures enveloppes. De plus elles souffrent peu du transport, tandis que par contre les cruches se cassaient ou se fêlaient plus d'une fois.

ment reliées avec de la pâte. Quelque fois la capsule et la cartouche étaient enveloppées ensemble dans de la toile imperméable attenant par en bas à la mèche, le tout fermé avec de la pâte. La longueur de la mèche devait être de manière à pouvoir s'éloigner à 100 ou 150 mètres. Là, où il ne s'était pas glissé ni entassé de glaçons sous la croûte supérieure et où il était donc facile de placer des mines, on allumait souvent d'avance la mèche en quel cas une mèche d'à peu près 1.25 mètres suffisait, en d'autres cas la longueur allait jusqu'à 3.5 mètres. Souvent on faisait sauter 2 mines à peu près en même temps, en les allumant au même instant et en prenant une mèche de même longueur pour chacune d'elle.

De cette façon, l'effet était quelque peu augmenté.

Pour allumer les mines au moyen de l'électricité on en fit usage de l'exploder SIEMENS et HALSKE (appareil inducteur appartenant à l'équipement des troupes du génie) et de cables isolateurs. Les fils conducteurs étaient reliés aux cartouches allumeuses de poudre et de dynamite (figure 4 et 5), les derniers se plaçaient dans les charges, si besoin était (au cas que la dynamite fût gelée) en y ajoutant une cartouche allumeuse remplie de fulmicoton à dynamite. C'est au moyen de pâte et de toile d'infirmerie qu'on devait pourvoir à l'imperméabilité et à l'isolation.

En allumant les charges par le moyen de l'électricité on faisait, en général, jouer 2 ou plusieurs mines à la fois, cela se faisait alors par combinaison en chapelet.

D'autres méthodes de réunion des mines dans l'eau donnent lieu à des refus (figure 8 et 9).

La figure 1 représente une charge de poudre sous une croûte de glace de peu d'épaisseur. La cruche attachée avec de la ficelle à une latte sur la glace pouvait de son propre poids facilement enfoncer à la profondeur voulue. Un saucisson BICHFORD long d'environ 1.25 mètres sert à allumer la charge.

La mine de poudre représentée à la figure 2 était à cause de la glace qui se mouvait sous la croûte supérieure et de la glace ordinaire, plus difficile à placer.

La boîte de fer blanc fixée à un bois en forme de croix devait, bien qu'on lui eût ajouté un surpoids de basalte, être enfoncée avec violence. La mèche est solidement reliée au moyen de fil de laiton à l'ouverture de la charge de la boîte, la clôture hermétique court ainsi moins risque d'être brisée. De plus le bout de mèche, long de 2.5 mètres n'est pour prévenir la rupture que peu solidement attachée à la latte. On n'y met le feu, que quand la mine a été placée.

La mine pratiquée selon figure 3 se compose de 4 boîtes de dynamite, reliées les unes aux autres attachées à un bois en forme de croix.

On l'allume par l'électricité conformément à la figure 7, les fils conducteurs sont attachés à la latte.

Pour placer les charges il faut faire dans la glace un trou, large de 50 à 100 centimètres; une plus grande ouverture n'est pas sans inconvénient, parce qu'alors il est plus difficile de fixer la charge, tandis que l'effet en serait moins important par la facilité avec laquelle l'eau peut s'échapper lors de l'explosion. Quand l'épaisseur de la glace était minime, on faisait le plus souvent le trou avec des haches ou simplement à l'aide d'un rouleau de dynamite (80 grammes). Là où il faut travailler dans des amoncellements de glace très épais on a besoin de 2 ou plusieurs rouleaux. En 1891, dans ces cas là on faisait avec succès usage de charges d'à peu près $\frac{1}{2}$ kilo, disposées comme il a été donné à la figure 10. Ces charges étaient simplement posées sur la glace.

b. Force et composition des détachements, ressources, règlement des travaux.

Dans la plupart des cas (voyez lettre A de ce chapitre) les détachements se composaient de :

- 1 officier (lieutenant).
- 4 sous-officiers.
- 4 caporaux.
- 12 soldats (1).

Une pareille division portait avec elle un équipement à peu près composé comme nous l'avons décrit à l'annexe I et pouvait sur l'emplacement des travaux, disposer en outre de 2 à 4 bateaux traîneaux, desservis par des bateliers expérimentés (2 par bateau).

Le débâclage se faisait sous la direction des ingénieurs d'arrondissement respectifs; le règlement des travaux se faisait pour chaque détachement de concert avec un ingénieur ou inspecteur du Waterstaat.

Le répartitionnement du personnel dépendait entièrement des circonstances locales et devait se faire, à part, pour chaque cas particulier. Le règlement suivi lors des débâclages du Boven- et Nieuwe Merwede, en janvier 1893, eut d'heureux résultats. Du rapport rédigé là-dessus par le commandant de détachement nous empruntons ce qui suit :

„Quand aucune circonstance particulière ne donnait lieu à d'autres subdivisions, un peloton de 2 sous-officiers, de 2 caporaux et de 4 à 8 soldats, restait près du magasin. Ce peloton était chargé de faire les achats et les transports nécessaires et préparait les charges pour le lendemain. Un des caporaux était spécialement chargé de surveiller les matériaux dans le magasin. Un peloton de 2 sous-officiers, de 2 caporaux, de 8 à 4 soldats du génie et de 6 à 8 bateliers était destiné, le cas échéant, à travailler sur la glace.

„En conséquence du procédé décrit plus loin, on sentit bientôt la nécessité d'un quatrième bateau-traîneau (lequel fut disponible le 23

(1) Quand l'importance des débâclages l'exigeait on en augmentait le nombre (Lobith 1893) où plusieurs détachements travaillaient de concert (Nieuwe Merwede et Waal 1891).

„janvier). Pour éviter tout retard possible pendant les travaux, on tachait „toujours de ne pas être obligé de toute la journée de recourir au magasin. „A cet effet, on emmenait dans deux bateaux traîneaux 60 à 70 charges „toutes prêtes. Le 3^{ième} bateau servait d'atelier, tandis que le quatrième „était destiné à entretenir les communications avec les brise-glace et les „bords de la rivière, à reconnaître les entonnoirs des mines et les endroits „où l'on ne pouvait se fier à la glace.

„Autant que possible deux pelotons étaient à l'oeuvre. Deux pelotons „chacun de 2 à 4 soldats, armés de haches et de pics, allaient en avant „pour faire chacun un trou y faire passer la charge. Si pour cela la glace „était trop dure on faisait les trous avec 1 ou 3 rouleaux de dynamite.

„Pendant ce temps un des deux bateaux, faisant le service de magasin „mobile, plaçait une charge, près de chaque ouverture. Deux pelotons, „chacun de 1 à 2 hommes préparaient ensuite là les mines et y mettaient „le feu (saucisson de BICFORD). Les autres soldats étaient, selon le „besoin du moment répartis sur les différents bateaux”.

De la manière d'opérer ci-dessus décrite et de ce qui a été précédemment communiqué relativement à ce cas, il paraît déjà qu'on put régulièrement continuer à miner plusieurs jours. Quand il s'agit de rupture d'embâcles de peu d'importance et que l'on peut s'attendre au débâclement de la glace pendant les travaux de sorte qu'il faut en un jour souvent se déplacer à de grandes distances, il faudra s'y prendre d'une toute autre façon. Ainsi le détachement qui en 1891, remontait régulièrement la rive droite du Waal, avait à sa disposition quelques charriots, dont un servait de magasin mobile; les charges étaient déposées dans le voisinage de l'emplacement des travaux, tandis qu'on prenait toujours soin d'avoir quelques provisions. Plus d'une fois le transport des bateaux rencontra des difficultés et des retards, pour cela on ne pouvait pas disposer de plus de 2 bateaux. L'état de la glace et la perspective qu'elle allait ébranler obligeaient de rester toujours dans le voisinage des bateaux, aussi n'était-il pas prudent de trop les charger et d'y mettre plus de six charges. On pouvait, s'il le fallait se repourvoir sur le bord. Chaque bateau était monté par 1 sous-officier, 1 caporal et un ou 2 soldats du génie, ainsi que par 2 bateliers expérimentés. Inutile de dire que, dans ces circonstances les derniers sont indispensables. Quand la masse de glace débâcle pendant qu'on se trouve dessus et que la retraite à terre est coupée par la rivière qui charrie impétueusement (ce qui par exemple arriva sur le Waal près de Loevestein) on ne pourrait sans ces bateliers être sûr de mettre en sûreté le personnel.

C. Considérations sur les résultats des moyens employés; frais.

Les considérations auxquelles donnent généralement lieu les résultats obtenus lors des débâclages de 1891 et 1893 vont être plus amplement rapportés au chapitre VI. Voilà pourquoi nous nous bornerons à juger

surtout l'effet des moyens employés. Lettre A de ce chapitre nous avons déjà mentionné en gros les résultats des travaux entrepris pas les détachements.

Quant aux débâclages on constata, dans le rigoureux hiver de 1890 à 1891 que le concours des mines pour aider aux brise-glaces fut pour ainsi dire insignifiant (voyez chapitre IV, Lettre A 2), cela est tout aussi applicable aux travaux entrepris sur le Hollandsch Diep que sur le Lek. En général, l'énorme épaisseur de la glace obligeait de rapprocher les charges (savoir à des distances d'environ 25 mètres) si l'on voulait donner aux vapeurs occasion de percer d'entonnoir à entonnoir. Or, pour faire une trouée assez large pour que la décharge de la glace se fit sans encombre, il aurait fallu un grand nombre de mines.

Par exemple pour ouvrir le Hollandsch Diep et le Nieuwe Merwede sur une largeur d'au moins 200 à 250 mètres pour une section de rivières longue de 1000 mètres il fallut faire jouer 320 à 360 mines. En considération de la difficulté de communiquer avec les bords de la rivière et les magasins et à cause d'autres raisons qui amèneront des retards (action du flux et du reflux, du brouillard) on peut admettre que même lors de la plus soignée disposition des travaux faite par un détachement de force normale, pouvait tout au plus pratiquer 40 mines par jour. De cette façon il n'était pas possible que les détachements eussent suffisamment d'avance sur les vapeurs.

Des renforts de personnel sur un même point n'auraient guère donné de meilleurs résultats, tout au plus, si sur une section de rivière d'un kilomètre de long 2 détachements, donc 40 hommes, auraient pu librement travailler sans se gêner et auraient pu faire jouer 80 mines par jour. Sur le Lek l'état des choses était un peu plus favorable, cependant il s'y présenta les mêmes difficultés de sorte qu'il fut résolu de cesser de miner.

Les travaux sur le Boven-Merwede et le Waal pendant l'hiver de 1892—1893 aboutirent généralement à de meilleurs résultats. La glace était moins épaisse, les brise-glaces étaient plus avantageusement construits (munis d'éperons) et le détachement, désigné pour miner, ne rencontra pas toutes les difficultés que l'on avait dû vaincre auparavant; par l'expérience acquise en 1891, le règlement et les préparatifs des travaux étaient d'ailleurs meilleurs. Les rapides progrès des débâclages résultaient aussi en partie de la médiocre largeur qu'en conséquence des basses cotes d'eau on devait donner au chenal ouvert (100—150 mètres). Toute fois cette dernière circonstance ne peut guère être regardée comme avantageuse, il parut que, par une telle largeur, la décharge des glaces qui viennent d'amont n'est pas assuré. Le plus grand nombre des charges que l'on fit sauter ce jour là (à l'aide de saucissons) s'élevait en cette occasion à 59. Vu qu'en général qu'il ne fallait pas pratiquer plus de 2 à 3 mines dans une raie et que la distance des raies pouvait être de 25 à 75

mètres, tandis qu'à certains endroits les brise-glace suffisaient aussi sans le concours des mines, il est évident que les travaux avançaient considérablement.

Quant aux résultats obtenus les hivers derniers, lors des *débâclages* on a été généralement satisfait.

C'est ainsi que nous lisons entre autres dans le rapport de ce qui s'est passé sur les rivières néerlandaises pendant l'hiver de 1890—1891 à la page 70: „La rupture des barrages de glace paraît à l'avenir être principalement réservé aux mineurs.” Dans le rapport de 1892—1893 nous trouvons annoté à page 76: „c'est cependant, surtout en rompant les amoncellements de glace et en élargissant les trouées faites par les vapeurs, là où il y avait trop peu d'eau pour les bateaux que les troupes du génie ont rendu les plus grands services”.

Et à la page 94: „Deplus, ce qui s'est passé à l'occasion de l'embâcle sur le Lek, près de Nieuwpoort, a fait voir que pour la rupture d'embâcles d'assez peu d'importance on peut y employer avec succès des explosifs”. On en peut dire des travaux exécutés sur le Nieuwe Merwede, près de Kievitswaard et de ceux du Waal inférieur (1891). Déjà peu après l'explosion d'un petit nombre de mines, les embâcles s'ébranlèrent.

La diminution de vastes barrages, entre autres près de Zalk (1891) et de Lobith (1893) n'amena pas, comme cela a été constaté, immédiatement les rivières à charrier. Cependant il paraît que les mines ont favorisé le débâclage. Le nombre des mines qu'on faisait jouer chaque jour n'était généralement pas élevé. Tandis que près de Zalk, par exemple, où un détachement de 20 hommes était occupé, ce nombre, même dans des circonstances favorables, ne dépassa pas 18 en moyenne (le plus grand nombre a été de 31) à Lobith où travaillait une section de 67 hommes, le nombre était en moyenne de 19 (le plus grand nombre de 23). Cela s'explique par les difficultés que l'on rencontrait en plaçant les mines dans la glace épaisse. En outre il faut tenir compte du fait qu'une partie du détachement de Lobith avait d'autres occupations.

Nous allons examiner à quelles observations a donné lieu l'usage des explosifs et des moyens d'y mettre le feu.

Poudre et dynamite.

Si avant 1891 on se servait principalement de poudre pour faire sauter les mines et si l'on était alors assez généralement d'avis que la dynamite y était moins propre à cause de ses médiocres effets et parce qu'elle était plus difficile à allumer (en 1881 on dut encore dégeler le lithofacteur pour s'en servir) l'expérience acquise dans les années dernières a fait changer d'opinion.

L'inconvénient de la plus grande difficulté d'allumer la dynamite n'existe plus, maintenant qu'on peut à l'aide du fulmicoton aussi l'allumer

directement même quand elle est gelée; de plus en se servant de cet explosif on est exposé à moins de refus, parce que, lorsque la charge est exposée quelque temps à l'eau, cela ne nuit pas; tandis qu'au contraire la poudre est par là hors d'usage. La dernière circonstance simplifie beaucoup l'emploi des mines de dynamite et coûte par conséquent moins de temps, puisqu'on peut se servir l'explosif, tel qu'il se trouve dans le commerce (dans des boîtes de carton) et que pour les charges de poudre on a besoin de couches, de boîtes ou d'autres enveloppes imperméables ce qui contribue beaucoup à augmenter le matériel qu'il faut emporter avec soi.

L'effet est naturellement le principal motif qui doit décider du choix. Quantité de circonstances auront à cet égard plus ou moins d'influence; entre autres l'épaisseur et la dureté de la croûte de glace, la présence de glaçons qui ont glissé là-dessous ou de la glace ordinaire; la profondeur de la rivière elle-même, l'état où se trouve la glace par suite des explosions précédentes, et certainement aussi la grandeur de l'ouverture par la quelle la charge est descendue. Cela rend très difficile une juste comparaison des résultats obtenus (voyez annexe II).

En général on fut, après les travaux de 1891, d'avis, que les mines de poudre pratiquées dans les embâcles, avaient de plus grands effets que celles de dynamite d'une quantité proportionnelle; surtout quand il s'agissait de produire des crevasses. Cela s'explique aussi par l'explosion plus rapide de l'explosif dernièrement mentionné; par un vigoureux et rapide choc l'eau est moins agitée que par un choc qui bien qu'un peu plus faible, est de longue durée. En outre les gaz qui se forment lors de l'explosion de la dynamite, sont plus rapidement absorbés par l'eau (de là aussi vient que les charges de dynamite ne doivent pas être placées à une si grande profondeur que les mines de poudre). Dans le rapport du commandant de détachement qui en 1893 prit part au débâclage du Boven-Merwede nous lisons:

„On employa alternativement des charges de poudre et de dynamite à „cause de la difficulté à prendre à bord des bateaux-traîneaux un „nombre de charges de poudre suffisant pour toute une journée. Comme „il paraît des états dressés sur les mines, on ne remarque aucune différence pratique, ni quant à la production d'entonnoirs ni quant à la „formation des crevasses, entre une charge de 12½ kilos de poudre et „une de 2½ kilos de dynamite”.

Il importe d'examiner plus attentivement cette question dans les occasions suivantes. Cela concerne également l'emploi de la dynamite pour rompre les *embâcles*. Cependant on croit avoir observé qu'elle est, à cet effet, décidément préférable à la poudre; ce qui s'explique aussi très bien à cause de son effet *destructive*. Pour diminuer les vastes amoncellements de glace, où il s'agissait surtout de faire des crevasses, on employa bien souvent la poudre (Zalk 1891, Lobith 1893).

Allumage directe et électrique.

En général il a été constaté que l'allumage des mines par le moyen du saucisson-BICHFORD est de beaucoup préférable à celui de l'électricité, vu que la première méthode demande beaucoup moins de temps pour préparer et pratiquer les mines.

Le posage, le déplacement, l'inspection réitérée des cables électriques, la mise à nu de leurs extrémités, ainsi que l'aboutage, causent beaucoup de retards surtout quand les travaux doivent se faire, en vue de la sécurité, à l'aide de bateaux traîneaux. Les explosers et les cables restreignent aussi l'espace des bateaux et ont beaucoup à souffrir par l'usage.

Cependant il s'est présenté des occasions où l'allumage électrique était recommandable, tel a été principalement le cas en minant la forte embâcle près de Zalk, où les trous pratiqués pour y placer les charges de poudre se remplissaient à chaque instant de glaçons flottants ou de glace ordinaire. Quand, en ce cas-ci, on se servait de saucisson-BICHFORD, il fallait en prendre de très longs bouts (au moins aussi longs que le comportait la profondeur de la charge sous la surface de la glace) parce qu'on ne pouvait allumer les mines avant de les avoir enfoncées à la profondeur voulue; par cela la combustion irait encore plus lentement et par conséquent il y avait plus de danger de mouiller la charge si la clôture n'était pas hermétiquement pratiquée. A Zalk, l'état des choses était d'ailleurs aussi tel qu'il n'y avait nul danger de déplacement de glace, de sorte qu'on pouvait tranquillement travailler et que pour déplacer les cables on n'avait pas toujours besoin de les retirer et de les dérouler, puisqu'on pouvait s'éloigner des bateaux.

En cas de péril imminent de la part des embâcles, par suite de la forte pression de l'eau d'amont, lequel cas ne s'est cependant pas présenté les hivers passés, il pourrait être désirable d'employer l'allumage électrique *depuis le bord de la rivière*; par quoi on est à même de mettre le personnel en sûreté avant l'explosion des mines.

L'allumage électrique a enfin encore l'avantage de pouvoir faire jouer plusieurs mines à la fois ce qui surtout peut produire d'excellents résultats, relativement aux embâcles.

En tout cas, il sera donc préférable, en faisant un choix, de consulter d'avance les circonstances.

Pour ce qui concerne les *frais* des débâclages, qui font naturellement la base importante sur laquelle repose le jugement, nous mentionnons ce qui suit:

Dans l'hiver de 1890—1891, on fit jouer 297 mines; pour cela on employa 594 kilos de dynamite et 3531 kilos de poudre. Les dépenses pour explosifs et moyens de les allumer, étaient de fl. 6000.

Le total des frais résultant des mines était, y compris ceux du matériel et salaire, de fl. 13.800. Dans ce chiffre ne sont pas compris les frais de

transport par chemin de fer et les frais de route des officiers ; ceux-ci ne nous sont pas justement connus, cependant ils sont évalués à fl. 1500.

Nous venons ainsi, à la somme moyenne d'environ fl. 51.50 par mine.

Dans l'hiver de 1892—1893, on fit sauter en tout 439 mines pour lesquelles on employa 417 kilos de dynamite et 5623 kilos de poudre. Le montant des dépenses des explosifs et moyens d'allumage était d'environ fl. 7000. Le total des frais, montait à fl. 16.940, pendant que ceux de transport, par chemin de fer, etc. sont évalués à environ fl. 2000, par quoi chaque mine revient en moyenne à fl. 43.

VI. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES TRAVAUX.

Quand on considère attentivement ce qui résulte de l'expérience acquise pendant les différents essais faits pour accélérer le débâclage sur les rivières, il est évident que la plus grande difficulté réside toujours dans la rupture des embâcles et que cette partie des travaux est cependant d'importance première.

Dans la partie inférieure du cours des grandes rivières il existe une cause persistante qui favorise la formation d'amoncellements de glace : le flux et le reflux ; mais ces entassements se forment, dans la partie supérieure, comme dans la partie inférieure, d'autant plus vite qu'il se trouve des irrégularités dans le lit du fleuve.

La régularisation des rivières est ainsi certainement le moyen le plus efficace pour restreindre à l'avenir le débâclage artificiel des rivières.

A-t-on affaire à des amoncellements où la croûte de glace dure et unie mesure environ 20 centimètres d'épaisseur, sous laquelle se trouve ça et là des entassements de glace de 50 à 80 centimètres d'épaisseur ; cette glace peut ordinairement être brisée sans trop de peine à l'aide de brise-glace. L'usage d'explosifs serait alors superflu.

Mais quand la croûte est plus épaisse et que les glaces qui s'attachent à sa surface inférieure s'accumulent de plus en plus, le progrès du travail sera ordinairement accéléré par l'emploi d'explosifs. Cette dernière méthode devra seule être mise en pratique lorsque les amoncellements de glace ne peuvent pas être atteints par les brise-glace.

Pour ce qui est de la méthode de travail, avec les brise-glace, il faut insister avant tout sur ce que l'usage de vapeurs que n'ont pas été construits et appareillés dans ce but, doit être abandonné complètement.

L'usage de vapeurs pareils n'entrave pas seulement le progrès du travail ; les frais de réparation sont encore excessifs.

Ainsi qu'il résulte de ce qui précède, ces frais ont monté pendant la saison de 1890—1891 à fl. 40,150, et de 1892—1893 à fl. 29,300.

Il est préférable, en général de n'entamer la glace qu'à l'époque où le dégel a commencé, et quand il y a toute apparence qu'il continuera.

Toutefois certaines circonstances peuvent rendre désirable de commencer les travaux avant que la gelée n'ait cessé; tel était le cas pendant l'hiver de 1891—1892.

Du reste on ne doit travailler que contre le courant; sur la partie inférieure de nos fleuves pendant le reflux seulement. La glace détachée a alors l'occasion de dériver, ce qui est indispensable à la bonne manœuvre du brise-glace et pour éviter des avaries soit au gouvernail, soit à l'hélice, soit au roues.

On ne peut pas travailler pendant la nuit parce qu'on n'est pas à même alors de se rendre compte de la situation dans son ensemble, même en faisant usage de la lumière électrique.

Aussi l'installation pour l'éclairage électrique n'a-t-elle été donné aux brise-glace que pour servir en cas de détresse.

Jamais un brise-glace ne doit travailler isolément; il faut qu'il y en ait toujours de deux au trois ensemble.

Quand la glace est relativement épaisse, le brise-glace travaillant seul, finit par ne pouvoir se dégager de la trouée qu'il vient de faire, parce que la glace brisée par le vapeur vers les côtés, trouve difficilement une issue. Il en résulte des retards très fréquents.

Deux ou trois brise-glace travaillent-ils ensemble, cet inconvénient est écarté par ce que la trouée à l'arrière du premier brise-glace peut être élargie immédiatement par les vapeurs qui suivent, de sorte que les glaçons détachés par le premier brise glace peuvent aller à la dérive.

Il est du reste nécessaire de faire travailler toujours ensemble au moins deux bateaux, vu qu'ils pénètrent si souvent dans la glace sans pouvoir en sortir ou échouent sur les hauts-fonds.

Dans la partie de la rivière qu'on se propose de débarrasser de glace, il faut empêcher les glaçons de former une masse compacte; ce travail doit se faire tous les jours et sur toute la largeur de la rivière, autant que cela est possible, en égard à la profondeur de l'eau. Les plus grands vapeurs, ceux dont le tirant d'eau est le plus considérable, iront à la tête des autres, travaillant au milieu du chenal dans la glace fixe, les vapeurs dont le tirant d'eau est plus faible suivront afin d'élargir ce chenal autant que possible.

Aussitôt que dans une partie de la rivière la glace a été brisée sur toute la largeur, autant que le tirant d'eau des brise-glace le permet il ne faut jamais négliger de naviguer à toute vitesse le long de la lisière de la glace fixe, qui est restée des deux côtés, et cela à plusieurs reprises et aussi près que possible; on fait ainsi des crevasses dans les champs de glace attenant aux deux rives, par les mouvements produits dans l'eau par l'hélice ou les roues, et on tâche d'en faire dériver des parties, ce en quoi on réussit ordinairement.

De même, il faut qu'on prenne pour habitude invariable de parcourir

tous les jours la partie entière de la rivière, débarassée de glace, en tout sens et avec au moins deux brise-glace, du point où les travaux ont commencé jusqu'au bord de la glace fixe; afin de veiller à ce que la glace détachée puisse s'éloigner en ne s'amoncelant nulle part. Ces vapeurs allant sans cesse à toute vitesse, auront alors en même temps l'occasion de détacher et de faire dériver de grandes quantités de glace, amoncelées et retenues entre les épis de bordage et sur les hauts-fonds.

La façon de travailler que nous venons de décrire, exige ainsi pour le débâclage d'une rivière au moins cinq brise-glace, jusqu'à ce que le travail soit assez avancé pour que deux brise-glace ne puissent plus parcourir en un jour, aller et retour, la partie de la rivière qu'on vient de débâcler. Alors on doit augmenter le nombre des brise-glace.

Pour ne pas exposer inutilement les vapeurs il est désirable de régler les travaux de telle sorte qu'on puisse passer la nuit en lieu sûr. En laissant les brise-glace au milieu de la rivière, la nuit, on les expose à de grands dangers et à de fortes avaries en cas d'une débâcle imprévue, puis qu'il n'est pas possible comme nous venons de le dire, de travailler pendant la nuit, même en faisant usage de la lumière électrique, faute de pouvoir prendre un aperçu de l'ensemble.

Enfin, quant à ce qui concerne la question si les vapeurs à roues ou les vapeurs à hélice sont préférables pour le débâclage de nos rivières — on peut faire remarquer que sans aucun doute les mouvements produits dans l'eau par les roues favorisent beaucoup la dislocation de la glace environnante, mais que, à cause de la largeur considérable des vapeurs à roues, ces vapeurs n'avancent que très lentement dans la glace fixe, et qu'ils ont à un plus haut degré que les vapeurs à hélice, peu larges et plus légers, à lutter contre le danger d'être pris dans la glace.

Si l'on considère ensuite que l'action de l'hélice met aussi l'eau fortement en mouvement, et qu'en général les hélices, à moins d'être construites solidement, en acier fondu, et d'avoir une forme appropriée, sont moins exposées que les roues d'un vapeur, on est enclin à donner la préférence aux vapeurs à hélice sur les vapeurs à roues.

Quant aux travaux faits à l'aide des explosifs nous mentionnons encore ce qui suit:

Comme nous l'avons vu, la question, si l'usage d'explosifs sera *praticable* là où l'on voudra seconder les efforts des brise-glace pour débâcler la partie inférieure d'un fleuve cette question est totalement dominée par la nécessité absolue de pouvoir espacer les mines suffisamment pour qu'on puisse dans le cours des travaux, maintenir une assez grande avance sur les bateaux.

Si cette condition pourra être remplie; si, par conséquent, la méthode produira de bons résultats à l'avenir; c'est ce qui dépendra en premier lieu de l'effet qu'on obtiendra au moyen de brise-glace d'une construction plus parfaite.

En nous fondant sur l'expérience acquise pendant les hivers précédents, nous croyons pouvoir conclure que, dans des conditions analogues à celles de janvier 1891, l'emploi d'explosifs ne pourra se poursuivre régulièrement que, si dans une section de rivière d'un kilomètre, il ne faut pas plus de 40 à 50 mines, et que la distance respective des mines puisse être de 75 mètres en moyenne.

Il est vrai que dans ce cas les brisures et les crevasses ne se rencontreront ordinairement pas; mais l'effet produit contribuera toujours beaucoup au progrès des vapeurs.

Lorsque, pendant la période de gelée, des préparatifs suffisants ont été déjà pris, de sorte que les travaux pourront commencer immédiatement à l'époque du dégel, il sera sans doute possible, sur la partie inférieure de nos fleuves, de faire sauter 40 à 50 mines par jour, par un détachement de 20 hommes. Une division comme celle qui avait été désignée en 1893 pour le Boven-Rijn — 3 officiers et 67 inférieurs — pourrait faire dans la glace des entonnoirs sur une longueur de 3 kilomètres et une largeur de 200 à 250 mètres par jour, une longueur deux fois plus grande que celle qu'on réussit à débâcler journellement en 1893, sur le Boven-Merwede et le Waal dans des circonstances moins défavorables.

Quand il serait constaté que, par la méthode indiquée plus haut, les forces des brise-glace sont insuffisantes, la conclusion que l'emploi des mines dans les amoncellements est infructueux, serait à notre avis, fondée.

Nous croyons pouvoir exprimer avec plus de certitude un jugement sur l'emploi d'explosifs dans les glaces de peu d'épaisseur. Les travaux de débâclage du Boven-Merwede ci-dessus mentionnés, ont déjà prouvé que, pourvu que l'on procède avec beaucoup de tact, des résultats assez favorables peuvent s'obtenir même avec les ressources actuelles. On peut prévoir un plus grand succès lorsqu'on aura à sa disposition des brise-glace spécialement construits pour leur tâche.

On a reconnu plus d'une fois que l'emploi d'explosifs, dans le but d'enlever ou de détruire partiellement des barrages, était possible et très favorable à la débâcle. Si l'on ne peut se prononcer sur la question, dans quelle mesure l'utilité est proportionnée aux frais et au danger auquel le personnel se trouve exposé maintes fois; ni sur ce qui serait arrivé si l'on s'était abstenu de faire usage d'explosifs — on peut toutefois admettre en principe qu'il y a lieu de procéder ici au débâclage artificiel.

Cela n'implique pas qu'on doive attendre son salut des détachements du génie, dans les cas graves. Nous croyons au contraire que les explosions, auront peu d'effet quand la débâcle est accompagnée d'une crue rapide et que les amoncellements de glace sur une grande étendue donnent lieu à de dangereuses obstructions, de sorte que les digues menacent de se rompre. On reconnaîtra cependant que d'après de pareilles circonstances, heureusement très rares, on ne peut juger la valeur d'une méthode de travail.

Nous croyons ainsi qu'il sera désirable de continuer, le cas échéant, les tentatives de débâclage au moyen d'explosifs. Ce n'est qu'en accumulant les expériences sur l'efficacité de cette méthode de travail, et par des observations scrupuleuses sur les circonstances qui peuvent se produire, qu'il sera possible de juger avec plus de certitude les méthodes de débâclage, et d'améliorer en même temps ces méthodes.

Le personnel indiqué pour ces travaux devra être dirigé à temps sur les lieux où il sera probablement appelé à concentrer ses efforts ; alors il pourra se mettre au courant des conditions locales ; reconnaître la rivière, et au besoin préparer des ateliers, des magasins ou des logis. Alors, dès qu'on devra procéder aux travaux proprement dits, on n'aura plus besoin de détourner les forces dont on peut disposer, de leur destination véritable.

Il est essentiel d'assurer d'avance la facilité du transport des explosifs, etc. Il sera ainsi désirable de bâtir et d'approvisionner au commencement de l'hiver de petits magasins sur les points où l'on a vu se produire souvent les amoncellements de glace et là aussi où il faut souvent procéder au débâclage (Nieuwe Merwede), si les communications laissent à désirer.

En ce qui concerne les frais qu'entraîne l'emploi d'explosifs, on peut encore observer ce qui suit. Si, à la longue, il sera peut-être possible de diminuer les frais élevés, inséparables des travaux au moyen des brise-glace, par une meilleure construction de ces bateaux ; cette considération ne se rapporte pas à l'emploi des explosifs. Les frais d'achat du matériel peuvent diminuer ; ceux du personnel et des explosifs iront plutôt en augmentant qu'en baissant, surtout si l'on prend les mesures indiquées plus haut.

Les observations suivantes peuvent s'ajouter à ce qu'on vient de lire.

La supposition ne paraît pas hasardée que, dans les cas où l'état de la glace est tel que les travaux de débâclage font de rapides progrès, ces travaux seraient à la rigueur superflus ; parce qu'alors la débâcle aura lieu en général sans intervention humaine et avec peu de danger pour les districts riverains. On ne peut nier cependant la possibilité que le débâclage ne soit désirable même dans ces circonstances, à cause de notre ignorance complète des complications qui peuvent survenir.

Or, il est arrivé qu'au cours d'un même hiver, deux, trois périodes même de gelée se sont succédées, interrompues par des périodes plus ou moins étendues de dégel.

Dans ces cas il ne paraît pas être sans importance que, du moins dans la partie inférieure des fleuves, les amoncellements de glace soient enlevés, ce qui rend sans aucun doute moins dangereux les barrages qui pourront se manifester plus tard.

Les barrages de glace présentent-ils un caractère particulièrement grave, comme il arriva pendant l'hiver de 1890—1891 par exemple ; et cet état de choses se complique-t-il par la circonstance que les glaces du Rhin allemand débâclent au moment d'une forte crue, tandis que chez nous

les rivières sont encore obstruées par la glace, — on peut dire avec certitude que tout travail de débâclage artificiel, quelle que soient l'énergie avec laquelle il est entrepris, et la perfection des appareils employés, sera impuissant pour produire une influence bienfaisante appréciable.

L'histoire des saisons hivernales sur les rivières hollandaises apprend que jamais dans les années où les inondations se sont produites, plus de 3 à 4 jours au plus ne se sont écoulés, entre les premiers déplacements de la glace sur le Bas-Rhin allemand de Wésel à Emmerik, et l'époque où les digues qui protègent les districts riverains en amont de Rhenen et Tiel se rompent.

Dans ces cas, les points menacés ne pourront jamais être atteints à temps, avec des brise-glace qui doivent se frayer un chemin en partant des embouchures.

L'usage d'explosifs dans certains endroits, aura alors peu d'utilité, tant que les glaces amoncelées en aval n'ont pas été enlevées.

On ne saurait se garder suffisamment contre une atteinte exagérée en ce qui concerne le débâclage de nos rivières.

VII. CONCLUSION.

On peut conclure de ce qui précède que, s'il ne faut pas exclure la possibilité d'empêcher la formation d'embâcles sur nos rivières, quand l'hiver n'est pas trop rigoureux, et de rompre les barrages qui se produiront toujours en quantité plus ou moins considérable, à moins que ces barrages ne soient trop importants — mais que, lorsque la gelée est quelque peu forte, on constatera bientôt que cela est tout à fait impossible.

En général, il ne paraît pas désirable de faire des tentatives de débâclage, dans l'intérêt de la navigation intérieure. Car, si l'on réussit à empêcher la formation d'amoncellements de glace, les bâtiments destinés à cette navigation ne seront pas capables de se frayer un chemin à travers les glaçons flottants.

Les navires en bois sont tout à fait incapables, cela va sans dire, de fréquenter nos rivières, tant que la glace qui charrie s'y trouve en assez grande quantité; et même la plupart des bâtiments en fer auront bientôt des avaries qui les obligeront de cesser la navigation.

Quant à modifier la construction des navires destinés à la navigation intérieure de telle sorte qu'ils soient capables de résister aux glaces flottantes, c'est ce qui entraînerait sans doute trop de frais.

Si le débâclage des grands canaux et des ports de mer peut avoir de sérieux avantages pour la navigation à long cours, réservée ordinairement à des bâtiments en fer d'une construction très solide, — la navigation intérieure ne profitera guère, exception faite pour les parties très fréquentées soumises à des circonstances particulières, du travail de débâclage de nos rivières.

Traduit par les soins de l'auteur.

Annexe I.

EQUIPEMENT.

- 20 costumes de laine: soit 1 camisole, 1 pantalon et 1 cravate.
- 4 nattes à poudre, de crin.
- 1 scie à glace.
- 2 trépieds pour des torches de pétrole.
- 1 caisse contenant ce qui suit:
 - 500 mètres saucisson BICKFORD (62 $\frac{1}{2}$ rouleaux).
 - 5 „ de toile imperméable.
 - 20 boules de pâte.
 - 2 pelles.
 - 1 scie à main.
 - 1 levier.
 - 1 gros marteau.
 - 1 marteau.
 - 1 vilebrequin avec 6 perçoirs.
 - 1 paire de tenailles.
 - 1 marteau de cuivre
 - 1 tire-fond de cuivre
 - 1 couteau de cuivre
 - 1 chasoir } outils de tonnelier.
- 4 kilos de pointes de Paris, 2, 3 et 4 pouces.
- 2 sacs à outils contenant chacun: 1 couteau, 1 lime, 1 paire de cisailles, 1 paire de pincettes, 1 mètre, 1 peloton de ficelle, 1 peloton de fil de laiton et 2 feuilles de papier émeri.
- 2 chaudrons à poix, chacun muni de brasier et de trépied.
- 2 mesures à poudre.
- 2 entonnoirs à poudre.
- 4 kilos de ficelle.
- 2 „ d'étoupe.
- 5 „ merlin.
- 2 lanternes avec 2 paquets de chandelles pour chacune.
- 2 petites lanternes.
- 2 torches de pétrole.
- 1 tarière à aiguillier.
- 1 bonbonne de pétrole.
- 1 ruban (d'un double décamètre).
- 1 trompe (de garde barrière).
- 2 grappins munis de cordes.
- 1 boîte de 200 capsules de 1 gramme.
- 2 boîtes contenant chacune 100 cartouches alumeuses.
- 1 boîte contenant 50 cartouches électriques pour allumer la dynamite.
- 2 boîtes, contenant chacune 100 cartouches électriques pour allumer la poudre.
- 1 exploder.
- 2 rouleaux, chacun de 500 mètres de câble allumeur électrique.
- 1 brancard à cylindre pour y enrouler le câble.
- 20 boîtes de fer blanc, chacune de la contenance de 20 litres.

Annexe II.

EFFET DE QUELQUES MINES.

Numéros des mines.	DATE de l'explosion.	Genre de mines.	Charge en kilos.	Indication des lieux par rapport aux	
				raies kilométriques.	fil de l'eau et au du bord nord

Mines à l'embouchure

1	1. février	cruche de poudre	15	raie kilométrique CXXIII	30 M. au sud du fil
2	"	dynamite en boîtes	3.5	150 M. en amont de raie K. CXXIII	30 " "
3	"	cruche de poudre	20	350 M. " "	dans le fil de l'eau
4	2 "	dynamite en boîtes	10	650 " " "	30 M. au sud
5	3 "	cruche de poudre	25	350 " en amont de raie K. CXXII	175 " "
6	"	"	10	500 " " "	150 " "
7	5 "	"	10	500 " " "	50 " "

Mines à la b

8	28 janvier	cruche de poudre	12.5	650 M. en-dessous de raie K. CXXX	tout près du fil
9	"	"	23	550 " " "	"
10	29 "	"	12.5	255 " " "	"

Mines sur le Boven-Ma

11	23 janvier	cruche de poudre	12.1	150 M. en dessous de raie K. CI	90 M. de la rive droite
12	"	boîte en fer blanc de poudre	25	110 " " "	90 " "
13	"	dynamite en boîte de carton	2.5	110 " " "	40 " "
14	"	boîte en fer blanc de poudre	25	430 " en amont de raie K. CL	90 " "
15	24 "	dynamite en boîte de carton	2.5	70 " en amont de raie K. C	40 " "
16	"	"	2.5	140 " " "	30 " "
17	"	"	2.5	280 " " "	30 " "
18	"	"	2.5	280 " " "	100 " "
19	"	"	2.5	350 " " "	30 " "
20	"	dynamite en boîtes de carton	7.5	40 " en amont de raie K. XCIX	30 " "
21	"	boîte en f. bl. de poudre	25	40 " " "	25 " "
22	"	dynamite en boîte de carton	7.5	100 " " "	50 " "
23	"	"	10	100 " " "	70 " "
24	"	"	5	180 " " "	100 " "
25	25 "	"	5	240 " en aval de raie K. XCVIII	50 " "
26	"	"	5	240 " " "	70 " "
27	"	"	5	240 " " "	110 " "
28	"	"	2.5	160 " " "	110 " "
29	"	"	2.5	160 " " "	70 " "
30	26 "	boîte en fer blanc de poudre	25	210 M. en amont de raie K. XCVIII	50 " "
31	"	"	25	210 " " "	90 " "

Profondeur de la mine sous la glace en mètres.	Epaisseur de la glace en mètres.	Etat de la glace.	Surface brisée.		Surface brisée et crevascée		REMARQUES.
			longueur en mètres.	largeur en mètres.	longueur en mètres.	largeur en mètres.	

Neuwe Merwede (1891).

1.75	0.36	croûte polie et assez dure	11	11	10	15	il avait commencé à dégeler le 24 janvier de sorte que la dureté de la glace avait déjà beaucoup diminué au commencement des travaux.
1.50	0.36	"	8	9	7	7	
2	0.40	"	12	14	50	50	
1.50	0.25	"	9	10	10	10	
1.50	0.50	croûte inégale; pas très dure	7	7	30	30	
2	0.20	"	12	12	50	50	
2.50	1.50	croûte polie (non très dure), sous laquelle se trouvait des glaçons et de la glace ordinaire amoncelés.	8	8	point de crevasses		

du Lek (1891).

2	0.25	croûte extraordinairement dure	6	6	Crevasses à 30-50 m., sans que la cohésion en diminuant par cela.	
1.50	0.28	"	4	4		
3	0.17	croûte dure	6	6		

de Waal (1893).

2	0.35	saine (dure)	7	7	30	30	le dégel avait commencé le 22 janvier.
2.5	0.35	"	10.5	10.5	20	20	
1	0.35	"	8	8	30	40	
2.5	0.30	"	12	12	30	40	
1	1.20	glaçons amoncelés sous la croûte solide de la glace	3	3	10	20	commencement d'embâcle.
1	1.70		3	3	10	20	
1	1		4	4	30	30	
1	0.70		4.5	4.5	30	30	
1	0.34	saine (dure)	8	8	50	50	barrage.
1	5	7	7	30	50		
1	6	3	3	pas de crevasses			
1	4	5	5	30	30		
1	5	5.2	5.5	30	25		
1	3	7	7	20	20		
1	2	10	10	20	25		
1	2.10	10	9	30	20		
1	2.10	10	11	30	30		
1	0.70	8	9	25	25		
1	0.65	10	10	20	20		
2.5	0.50	saine	15	15	20	20	
2.5	0.40	"	15	15	20	20	

Numéros des mines.	DATE de l'explosion.	Genre de mines.	Charge en kilos.	Indication des lieux par rapport aux	
				raies kilométriques.	fil de l'eau et aux du bord norm
32	26 janvier	boîte en fer blanc de poudre	25	400 M. en amont de raie K. XCVIII	50 M. de la rive droite.
33	"	"	25	400 " "	90 " "
34	"	dynamite en boîte de carton	2.5	360 " en amont de raie K. XCVII	90 " "
35	"	"	2.5	440 " "	50 " "
36	"	"	2.5	440 " "	90 " "
37	27 "	cruche de poudre	12.1	500 " en aval de raie K. XCIV	30 " "
38	"	"	12.1	500 " "	110 " "
39	"	"	12.1	440 " "	110 " "
40	"	"	12.1	440 " "	30 " "
41	"	"	12.1	380 " "	30 " "
42	"	"	12.1	380 " "	110 " "
43	"	"	12.1	320 " "	30 " "
44	"	"	12.1	320 " "	110 " "
45	"	"	12.1	360 " "	30 " "

Mines dans le Gelder

46	27 janvier	2 cruches, poudre	27	252 M. en aval de la raie K. CVI	35 M. à gauche du fil
47	"	cruche de poudre	18	252 " "	70 " "
48	"	"	9	252 " "	45 " "
49	"	barrique de poudre	50	217 " "	30 " "
50	"	dynamite en boîtes de carton	5	217 " "	5 " à droite du fil
51	28 "	barrique de poudre	50	217 " "	65 " à gauche du fil
52	"	"	50	187 " "	61 " "
53	"	"	50	187 " "	21 " "
54	"	"	50	187 " "	16 " à droite du fil
55	"	cruche de poudre	18	132 " "	30 " "
56	"	"	18	132 " "	17 " "
57	"	"	18	132 " "	4 " "
58	"	"	18	132 " "	10 " "
59	"	"	18	132 " "	32 " "
60	29 "	"	18	40 " "	3 " "
61	"	"	9	40 " "	12 " à gauche du fil
62	"	"	18	40 " "	27 " "
63	"	"	9	40 " "	42 " "
64	"	"	18	40 " "	57 " "
65	30 "	"	9	5 " en amont de raie K. CVI	3 " "

Al près de Zalk (1891).

2.90	0.40	croûte de glace polie, très dure	11	9	30	30	toutes allumées à part.
1.70	0.50	"	10	10	10	10	
2.05	0.55	"	9	9	9	9	
3.45	0.45	idem, là-dessous 1.3 mètre de glace ordinaire	10	10	50	50	
2.40	0.40	croûte polie, très dure là-dessous 1.1 mètre de glace ordinaire.	5	5	5	■	allumées ensemble par le moyen de l'électricité.
1.90	0.40	croûte polie, très dure	11	11	11	11	
1.90	0.40	"	13	13	13	13	
4.10	0.35	idem, glace ordinaire de 1.15 M.	10	10	22	22	
4.65	0.40	" 0.7 M.	10	10	10	10	allumées ensemble par le moyen de l'électricité, no. 57 ne sauta apparemment que partiellement, ayant probablement été trop humide.
2.35	0.35	" 0.85 "	9	9	13	13	
35	0.65	" 1.45 "	10	10	11	11	
35	0.35	" 0.75 "	—	—	6	6	
10	0.40	" 0.40	9	9	12	12	allumées toutes à la fois par le moyen de l'électricité.
30	0.50	" 0.90	10	10	11	11	
30	0.40	croûte polie, assez dure	7.5	7.5	17	17	
30	0.40	croûte, glace ordinaire de 0.90 M.	5.5	5.5	13	13	
35	0.45	idem, glace ordinaire de 1.65 M.	6	6	16	16	allumées à part.
30	0.100	" 2.05 "	5	5	15	15	
35	0.45	" 1.25 "	7	7	27	27	
35	0.05	" 2.65 "	4	4	10	12	

Numéros des mines.	DATE de l'explosion.	Genre de mines.	Charge en kilos.	Indication des lieux par rapport aux	
				raies kilométriques.	fil de l'eau et aux du bord norm
66	30 janvier	cruche de poudre	9	5 M. en amont de raie K. CVI.	18 M. à gauche du fil
67	31 "	barrique de poudre	18	85 " "	15 " "
68	"	cruche de poudre	9	85 " "	30 " "
69	"	"	9	85 " "	45 " "

Mines sur le Waal

70	4 février	cruche de poudre	23	Environ dans la raie à la hauteur de la tuilerie à l'est de Haaften	Environ à 150 m la rive droite du chenal.
71	"	dynamite en boîte de carton	2.5		
72	"	cruche de poudre	23		
73	"	"	12		
74	5 "	dynamite en boîte de carton	2.5		
75	"	"	2.5		
76	7 "	dynamite en boîtes de carton	5		
77	"	"	5		
78	"	"	10		
79	"	"	10		
80	8 "	cruche de poudre	17	100 M. en aval de la susdite raie	
81	"	dynamite en boîte de carton	2.5		

Mines sur le Waal près de

82	7 février	dynamite en boîtes de carton	10	500 M. en amont de raie K. XCIV	150 M., de la rive
83	"	"	10	500 " "	10 " au Sud Ouest
84	"	"	10	500 " "	20 " "
85	"	"	10	500 " "	30 " "
86	"	"	10	500 " "	40 " "
87	"	cruche de poudre	20	530 " "	en amont de n°. 83
88	"	"	20	530 " "	" "

Profondeur de la mine sous la glace en mètres.	Epaisseur de la glace en mètres.	Etat de la glace.	Surface brisée.		Surface brisée et crevasse.		REMARQUES.
			longueur en mètres.	largeur en mètres.	longueur en mètres.	largeur en mètres.	
2.95	0.45	croûte, glace ordinaire de 2.25 M.	5	6	18	12	allumées à part.
2.80	0.30	croûte, assez tendre	6	7	30	20	allumées à la fois par l'électrotricité.
2.85	0.35	idem, glace ordinaire de 0.95 "	6	6	25	20	
2.80	0.30	" 1.60 "	7	6	30	20	allumées à part.

Alt-Bommel (1891).

2	0.20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
---	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Vuren et Herwijnen (1891)

là-dessous des glaçons qui s'y sont glissés.	2	1.2 M. glace morcelée plus loin glace ordinaire	13	10	20	15
	2		8	8	20	12
	2		10	10	20	12
	0.40		9	9	7	8
	0.40	croûte massive de glace	pas observée.			
2	0.30		la section formée par les mines 82 jusqu'à 88 est emportée par le courant.			
2	0.30					

Numéros des mines	DATE de l'explosion.	Genre de mines.	Charge en kilos.	Indication des lieux par rapport aux	
				raies kilométriques.	fil de l'eau et aux du bord normal
89	8 février	cruche de poudre.	20	à la hauteur du bac près de Loevestein	25 M. à droite du fil de
90	"	"	20		50 " "
91	"	"	20		75 " "
92	9	"	10	500 M. en aval de la maison „de Hoek” à Herwijnen	50 M. à gauche du fil de
93	"	"	10		25 " "
94	"	dynamite en boîtes de carton	10		50 " à droite du fil de
95	"	"	10		50 " "
96	"	"	7.5		10 " "
97	"	"	7.5		35 " "

Mines sur le Maas

98	25 janvier	cruche de poudre	15	110 M. en aval de raie K. XLVIII	13 M. à gauche du fil de
99	"	"	18	110 " "	8 " à droite du fil de
100	"	"	18	110 " "	29 " "
101	"	boîte de dynamite	2.5	110 " "	44 " "
102	26	cruche de poudre	15	25 " "	54 " à gauche du fil de
103	"	"	18	25 " "	39 " "
104	"	"	18	25 " "	24 " "
105	27	"	18	75 " "	42 " "
106	"	"	18	75 " "	27 " "
107	"	"	23	75 " "	12 " "
108	"	"	23	75 " "	8 " à droite du fil de
109	28	dynamite en boîte de carton	2.5	raie K. XLVIII	63 " "
110	"	cruche de poudre	18	" "	84 " "
111	"	"	15	25 M. en amont de raie K. XLVIII	73 " à gauche du fil de
112	"	"	18	25 " "	58 " "
113	29	"	18	50 " "	66 " "
114	"	"	18	50 " "	51 " "
115	30	boîte en fer blanc de poudre	23	50 " "	39 " à droite du fil de
116	"	"	20	980 " en aval de raie K. XLVIII	30 " "
117	"	"	20	940 " "	40 " "

de la mine sous la glace en mètres.	Épaisseur de glace en mè.	Etat de la glace.	MÉTRES.		crevasse	REMARQUES.
			longueur en mètres.	largeur en mètres.		
2	0.30	sous la solide couche de glace un peu de glace ordinaire.	20	20	quantité de crevasses de 50 mètres de long dans tous les sens.	allumées toutes à la fois par l'électricité.
2	à		20	20		
2	0.50		20	20		
2	en moy- enne 0.40	sous la croûte de glace il y avait environ 1.5 M. de glace ordinaire	14	14	quantité de crevasses jusqu'à 100 mètres de distance, rollées çà et là aux entonnoirs.	
2			14	14		
2			10 à 12	10 à 12		
2			10 à 12	10 à 12		
2			10 à 12	10 à 12		

Woudrichem (1893).

2	0.28	2.8 M. glace ord. sous la croûte solide	5	7	10	8	allumées ensemble avec du fulmi- coton : et forment un simple trou et de fortes crevasses concentriques
2.50	0.30	3 " "	10	12	6	5	
1.50	0.30	3 " "	8	8	6	5	
1.25	0.30	2 " "	6	5	10	8	
2	0.20	2.8 " "	8	10	8	8	
2.50	0.25	1.8 " "	10	25	6	6	
2.50	0.25	1.8 " "	10	8	10	12	
1.50	0.21	2.4 " "	12	10	8	10	
1.50	0.28	2.4 " "	15	10	15	15	
1.50	0.25	3.3 " "	15	12	15	18	
2.50	0.23	1.5 " "	15	18	—	—	idem.
2.50	0.20	0.75 " "	5	5	25	25	
	0.20	3.2 " "	6	5	—	—	idem.
	0.32	2.4 " "	8	10	—	—	
	0.25	2.8 " "	10	10	30	20	descente d'une grande banquise.
	0.35	1.8 " "	10	8	6	6	
	0.25	1.6 " "	8	8	12	12	
	0.30	point de glace ordinaire	10	10	15	25	
0	0.25	" "	8	8	10	25	

Numéros des mines.	DATE de l'explosion.	Genre de mines.	Charge en kilos.	Indication des lieux par rapport aux	
				raies kilométriques.	fil de l'eau et au du bord norm

Mines sur le Boven

118	25 janvier	boîte en fer bl. de poudre	10	190 M. en aval de raie K. VII	95 M.	} du côté de la li male de droite.
119	"	"	10	190 " "	120 "	
120	"	"	10	125 " "	120 "	
121	"	"	20	125 " "	80 "	
122	"	"	20	raie K. VII	120 "	
123	"	"	20	"	80 "	
124	26	"	10	430 M. en aval de raie K. VI	90 "	
125	"	"	20	375 " "	40 "	
126	"	"	20	375 " "	80 "	
127	"	"	20	375 " "	120 "	
128	27	cruche de poudre	10	940 " "	120 "	
129	"	boîte en fer bl. de poudre	20	940 " "	90 "	
130	"	cruche de poudre	10	940 " "	60 "	
131	"	boîte en fer bl. de poudre	20	560 " "	120 "	
132	"	cruche de poudre	10	560 " "	90 "	
133	"	boîte en fer bl. de poudre	20	560 " "	60 "	

Profondeur de la mine sous la glace en mètres.	Epaisseur de la glace en mètres.	Etat de la glace.	Surface brisée.		Surface brisée et orevassée		REMARQUES.
			longueur en mètres.	largeur en mètres.	longueur en mètres.	largeur en mètres.	
2.50	0.60		8	8	—	—	Il était difficile de déterminer, en général avec exactitude la surface brisée et orevasée; voilà pourquoi cette rubrique n'est pas remplie; si ce n'est pour le n°. 120.
2.50	0.60		9	9	—	—	
2.50	1		12.5	12.5	crevasses jusqu'à 100 M. de distance.	—	
		glaçons amoncelés.					
2.50	2		12	12	—	—	
2.50	1		12.5	12.5	—	—	
2	2		12	12	—	—	
2.50	0.20		7	7	—	—	
2.50	0.18	là-dessous, glace ordinaire 1.5 M.	9	9	—	—	
2.50	2		9	9	—	—	
1	2.50	glaçons amoncelés	11	11	—	—	
	0.20	glace dure	8	8	—	—	
	2.50	glaçons entassés			—	—	
2.50	0.15	glace dure	13.5	13.5	—	—	
	3.50	glaçons amoncelés			—	—	
2	0.10	glace dure	8	8	—	—	
	2.50	glaçons amoncelés.			—	—	
2.50	2		10	10	—	—	
2.50	2.50	glaçons amoncelés	9	9	—	—	
2.50	2.50		6.5	6.5	—	—	

TABLE DES MATIÈRES.

	Page.
I. Introduction	1
II. Formation de la glace sur les rivières	1
III. Aperçu des tentatives de débâclage artificiel	3
IV. Détails des débâclages par des brice-glace pendant les hivers 1890—1891, et de 1892—1893, etc.	6
A. L'hiver de 1890—1891.	
1°. Moyens de faciliter le débâclage	6
2°. Considérations sur l'effet des moyens employés	7
3°. Avaries des vapeurs	9
4°. Frais	9
B. L'hiver de 1892—1893	10
C. Brise-glace du type Elbe	15
V. Des débâclages artificiels des rivières au moyen des mines.	
A. Cas, où l'on recourt aux mines pour les dits débâclages	19
a. Ruptures d'embâcles.	
1. Débâclage du Hollandsch Diep et de l'embouchure aval du Nieuwe Merwede pendant l'hiver de 1890—1891	20
2. Débâclage du Boven-Merwede et du Waal pendant l'hiver de 1892—1893	21
b. Débâclage et diminution d'embâcles	23
1. L'embâcle de l'Yssel près de Zalk dans l'hiver de 1890—1891	24
2. Les embâcles du Waal entre Rossum et Loevestein dans l'hiver de 1890—1891	25
3. Les embâcles du Boven-Rijn près de Lobith pendant l'hiver de 1892—1893	28
c. Comment on a débâclé et tenu ouvertes les rivières pendant la gelée	30
B. Aperçu relatif aux moyens de pratiquer et d'allumer les mines; équipement des détachements	30
a. Comment on pratique et allume les mines	30
b. Force et composition des détachements, ressources, règlement des travaux	33
C. Considérations sur les résultats des moyens employés; frais	34
VI. Considérations générales sur les travaux	39
VII. Conclusion	44
Annexe I. (Équipement).	
Idem II. (Effet de quelques mines.	
Planche I. (Brise-glaces).	
Idem II. (Mines).	



Inscriptions des Planches. Inschriften der Zeichnungen. Description of the Plates.

PLANCHE I.

Le „Wodan" avec brise-glace.
Brise-glace du type „Elbe".
Echelle.

Dessins représentant la condition dans laquelle se trouvent plusieurs fois les rivières néerlandaises remplies de la surface au fond de glaçons glissés les uns sur les autres.

Des pareils encombrements ont une longueur de plus d'un kilomètre.

BLATT I.

Der „Wodan" mit Eispflug.
Eisbrechdampfer von der Elbe,
Maasstab.

Darstellung des Zustandes, in welchem sich bisweilen die niederländischen Ströme befinden, wenn dieselben bis auf Grund mit übereinander geschobenem Eise verstopft sind.

Derartige Verstopfungen dehnen sich über mehr als einen Kilometer Länge aus.

PLATE I.

The *Wodan* with ice-breaker.
Ice-breaker of the *Elbe* type.
Scale.

Cut showing the condition frequently met with in Dutch rivers when they are filled from the surface to the bottom with pieces of ice sliding over each other.

Similar obstructions have a length of more than one kilometre.

PLANCHE II.

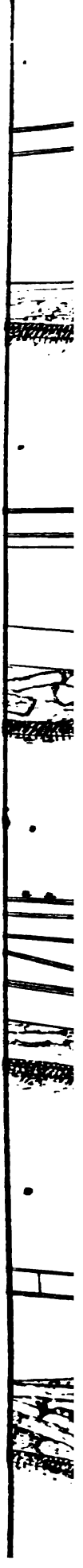
Câbles isolateurs.
Pâte.
Toile d'infirmerie.
Cartouche électrique.
Cartouche alumeuse.
Grandeur naturelle.
Conduit sousterrain.
Bobine.
Détonateur.
Mines.
Saucisson Bickford.
Capsule.
Rouleau de dynamite.

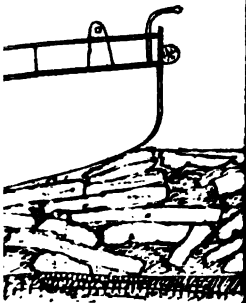
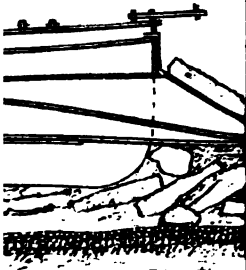
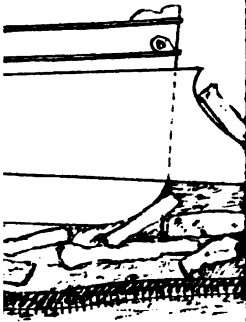
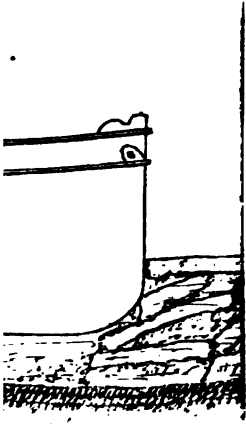
BLATT II.

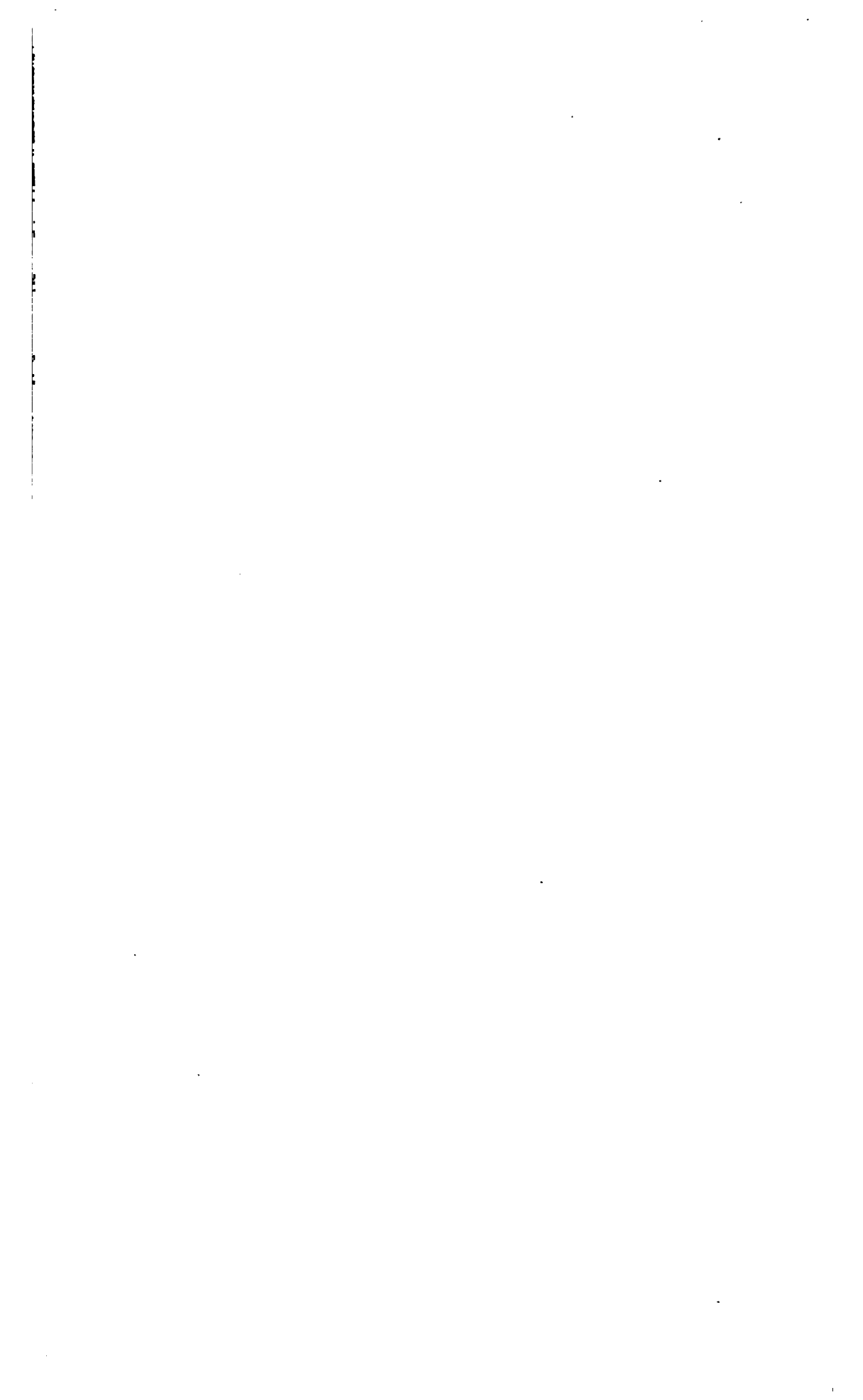
Isolirte Leitungsdrähte.
Verschmierung.
Verbandleinwand.
Elektrische Patrone.
Entzündungspatrone.
Natürliche Grösse.
Unterirdische Leitung.
Drahtspule.
Zündapparat.
Minen.
Bickford-Zündschnur.
Zündhütchen.
Dynamitpatrone.

PLATE II.

Isolated cables.
Wax, paste or putty.
Lint.
Electric cartridge.
Inflamable "
Actual size.
Subterranean wire.
Coil.
Blasting cap.
Mines.
Bickford fuse.
Cap.
Dynamite cartridge.









508

VI^m CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

LA HAYE, 1894.

12

3^e QUESTION.

**Moyens préventifs contre les
chômages par la geleé.**

PAR

C. F. CRAMER,

Société pour le développement de la navigation à vapeur aux Pays-Bas.

LA HAYE,

Typ. de BELINFANTE FRÈRES, A. D. SCHINKEL Succ.,

PAVELJOENSGRACHT, 19.

—
1894.



Degrane fund

Sixième Congrès international de Navigation intérieure

LA HAYE. 1894.

MOYENS PRÉVENTIFS CONTRE LES CHÔMAGES PAR LA GELÉE.

R A P P O R T

concernant la rupture de la glace dans les canaux et les rivières des Pays-Bas au moyen de vapeurs particuliers munis de char-ruées à glace, envoyé de la part de la „Vereeniging tot behartiging der Stoomvaart-belangen in Nederland”. (Société pour le développement de la navigation à vapeur),

PAR

M. le Secrétaire **C. F. CRAMER.**

Depuis l'application de la vapeur à la navigation, et la construction de vaisseaux en fer ou en acier, on a essayé à l'aide de bateaux à vapeur, de briser la glace sur une distance plus ou moins grande, ceci cependant avait moins pour but de tenir ouverte une voie navigable, ou de débar-rasser des glaces, que d'atteindre sa destination au cas qu'on fût surpris par la gelée. Le plus souvent on a recours aux bateaux à vapeur pour délivrer des vaisseaux pris dans les glaces, ou de faire changer à ceux-ci le lieu d'amarrage ou de démarrage. Quoique l'effet obtenu des bateaux à vapeur non munis d'une armature spéciale, soit comparativement assez faible, il est cependant arrivé très rarement, que le but n'ait pas été atteint. Quand la glace est trop épaisse pour être brisée par la force même de l'hélice ou des roues, on fait avancer le vaisseau à toute vitesse contre la glace soit à de grandes ou de petites distances. Ce sera selon la force de la machine et la pesanteur du vaisseau, que celui-ci pénétrera plus ou moins dans l'étendue de glace. On procède dans ce but de deux manières, ou bien on laisse le vaisseau tout à fait dans son état ordinaire, et on fait avancer la proue droit sur la glace, ou bien on leste le vaisseau de telle façon que la proue sort presque de l'eau.

Dans ce dernier cas, le vaisseau avance sur la glace qui se brise par la pesanteur du vaisseau. On ne peut indiquer au juste lequel de ces deux procédés est le meilleur, tout dépend de l'état du vaisseau, du chenal et de la glace. Des bateaux à vapeur à proue très pointue, qu'on lance ainsi sur la glace, y font une fente ou anse, de la même forme que celle du bateau à vapeur, et après avoir pénétré dans la glace environ d'un $\frac{1}{3}$ ou de la moitié de leur longueur, se trouvent littéralement emprisonnées. En faisant battre la machine en arrière, ou bien alternativement en avant ou en arrière, et en faisant ainsi tourner la roue tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, on peut toujours les dégager. Il est souvent arrivé que des vaisseaux, qui se sont avancés sur la glace la proue très relevée, sont allés si loin sur la glace qu'il fallait avoir recours à une autre bâtiment pour les dégager. L'expérience a démontré qu'avec des vaisseaux renforcés, à moins que l'hélice ne soit à une certaine profondeur sous l'eau, et que la machine ne soit munie d'un réservoir dans lequel se déverse l'eau chaude résultant de la condensation, grâce auquel la glace ne peut pas arriver jusqu'aux pompes, on peut naviguer sans grand danger au milieu de glaces flottantes. Cet hiver lorsque un gelée très rigoureux sévit soudainement, et que le Rhin fut couvert de glace au bout de deux ou trois jours, des bateaux à vapeur, surtout de puissants remorqueurs, naviguèrent aussi bien en amont sur le Waal, qu'en aval, pendant plusieurs jours de suite lorsqu' il y avait une grande accumulation de glace. La rupture de la glace à l'aide de ces bateaux à vapeur ne peut se faire sans danger que lorsqu'elle n'est pas trop épaisse et que le chenal permet que la glace ainsi rompue, coule à côté ou est emportée par le courant. Le résultat obtenu en temps de gelée est minime, parce que les bateaux comme nous l'avons déjà dit plus haut, ne peuvent pas avancer. Mais par le dégel, le résultat est beaucoup plus grand. L'effet sur une banquise ou sur une embâcle au moyen de bateaux à vapeur non appareillés ou non renforcés, est presque nul. Des vaisseaux très lourds et très solidement construits, aboutissent naturellement à quelque résultat mais le plus souvent avancent trop lentement. En 1861 la première année qu'on brisa la glace des rivières à l'aide de bateaux à vapeur, aux frais du gouvernement, une banquise comparativement de petite dimension, s'était formée dans la rivière le Holl. Ysel, près Capelle; sa largeur n'était que de 100 à 150 mètres. Le vapeur „Brouwershaven" un remorqueur solidement construit a brisé cette embâcle, mais ce ne fut qu'après beaucoup de peine et un travail de toute une journée favorisé par le dégel. Pendant l'hiver de 1891—92 le Gouvernement hollandais ordonna d'enlever l'embâcle qui entourait les piliers du pont de Moerdyck, mais l'ordre était plutôt conçu en ces termes: maintenir un espace libre autour des piliers. Par le concours de six bateaux à vapeur pour la plupart très solidement construits et d'une division de troupes du génie, qui firent sauter un très grand nombre de charges de poudre, on put remplir l'ordre donné. Ici

fut de nouveau clairement démontré le fait que des bateaux à vapeur non appareillés et non renforcés, servent à très peu de chose. En prenant un élan de 100 à 200 mètres, les vapeurs furent lancés à toute vitesse sur la glace ce ne furent que les glaçons minces et unis qui furent passablement entamés, mais pour de la glace épaisse de 30, 40, et de 50 c.m., comme ce fut le cas ici, le résultat fut minime.

Par ces travaux de déglacage, on endommagea fortement beaucoup de matériel. Le remorqueur „Generaal v. d. Heyden” coula, le bateau à roues „Zeeland” s’emplit en partie d’eau, la proue du vaisseau remorqueur „Hoek van Holland” fut brisée, et le „Hosanna” eut son hélice brisée. Le bateau à roues „Wodan” et le bateau à hélice „Rotterdam” restèrent seuls intacts. Le premier d’après un accord avec le Gouvernement Hollandais a été construit spécialement en vue de briser les glaces. Il est solidement construit et renforcé, et muni d’une machine d’une force de 500 chevaux. Le „Rotterdam” est un bateau à hélice de 240 chevaux, qui montait plus sur la glace qu’elle ne l’entamait. Dans les rapports des Ingénieurs du Waterstaat sur ce sujet et envoyé à votre Congrès, la manière de procéder sera sans doute décrite, par laquelle on a essayé avec plus ou moins de succès, de rompre la glace dans différentes rivières et de débarrasser les embâcles. Par les communications mentionnées plus haut nous ne voulons indiquer que les résultats très minimes obtenus à l’aide des bateaux à vapeur ordinaires.

En 1861 le Gouvernement nomma une Commission chargée d’étudier les moyens qui pourraient être employés pour déblayer les embâcles et les banquises. A la demande de cette Commission, Messieurs J. et K. SMIT, constructeurs de vaisseaux à Kinderdijk, envoyèrent les desseins d’un brise-glace, ainsi qu’un rapport de ce qui pourrait être fait et de ce qui ne pourrait pas être fait. Cette machine fut spécialement destinée au déblayement de la glace, et organisée uniquement pour servir de brise-glace. La base avait la forme d’une ellipse, les deux extrémités avaient la forme d’une charrue à glace, la propulsion serait effectuée au moyen d’une roue placée au centre de la machine et adoptée dans une espèce de tunnel. On peut trouver un dessein de cette machine dans la feuille périodique de JASON folio 90, année 1873.

Le plan de cette machine n’a cependant pas été exécuté, quoique nous la considérons encore maintenant, comme répondant parfaitement au but, pourvu qu’elle soit modifiée et perfectionnée d’après l’expérience acquise pendant ces dernières années. Un avantage incontestable réside dans les deux charrues à glace, grâce auquel l’efficacité de la machine, est plus que doublée. Si par hasard, il survenait quelque avarie à une des deux charrues à glace, l’autre peut alors fonctionner. Lorsqu’on a pratiqué un chenal dans la glace; et que celui-ci se referme, c’est-à-dire qu’il est de nouveau obstrué par la glace, alors on n’a pas besoin de tourner la machine, mais on recule tout simplement.

Faire tourner ou reculer un vapeur ordinaire quand la glace est épaisse, présente toujours des difficultés. Si l'on veut raser ou couper le bord d'une embâcle alors on a pas besoin de tourner à chaque instant, mais on retourne immédiatement en arrière en changeant le mouvement de la machine. Lorsque la machine a pénétré dans une étendue de glace, elle peut alors la fendre dans toutes les directions, en allant dans tous les sens.

En 1881 la „Compagnie d'Armateurs" le „Blauwe Ster" à Rotterdam, adapta une charrue à glace à un bateau d'une force de 80 chevaux, et qui rendit les services voulus. Là-dessus cette Compagnie fit construire une charrue à glace et l'adapta à un vapeur à hélice d'une force de 150 chevaux. Cet appareil réussit beaucoup mieux pour de la glace assez épaisse. La charrue et le vaisseau furent fortifiés et améliorés d'après l'expérience acquise, maintenant elle est devenue une machine très propre à l'usage, et a déjà rendu de grands services.

La charrue en question a environ la forme des socles des charrues employés dans l'agriculture. Elle se compose de deux socles dont les côtés tranchants sont unis l'un à l'autre, formant ensemble un dos pointu, et les ailes sont tournées vers la tête du vaisseau à laquelle elles sont fixées par des chevilles. Les deux côtés latéraux de la charrue sont fortifiés intérieurement par des soutiens.

L'adaptation de cette charrue à glace au vaisseau se fait à la câle sèche ou bien à l'aide d'une grue. Ce n'est pas seulement la construction de la charrue, mais surtout l'arrangement du vaisseau, qui fait que ce vaisseau rend de si grands services.

Aucune partie du vaisseau va en ligne droite, on l'arrondit partout autant que possible, la ligne de flottaison est ovée de sorte que ce vaisseau ne se trouverait pas facilement pris dans la glace.

Le maître-beau se trouve plus près de la proue que pour les vaisseaux ordinaires. Le maximum de poids se trouve par là à la partie antérieure du vaisseau, et la tête est fortifiée à l'intérieur.

Cette construction a le double but de laisser écouler facilement les glaçons, et de résister à la force qui tend à enfoncer la charrue à glace lorsqu'elle fonctionne. Le vaisseau acquiert en outre la position voulue, ayant son hélice bien dans l'eau. La machine et le vaisseau ont été entièrement construits d'après les plans de Monsieur P. MEYER expert de Veritas, à Rotterdam.

En 1889 la „Compagnie d'Armateurs" v. D. GARDEN et CIE. à Capelle sur l'Ysel, fit construire par les soins de Messieurs J. et K. SMIT à Krimpen a/d. Lek, un remorqueur à hélice, nommé „Krimpen a/d Ysel" d'une force de 180 chevaux, et muni en même temps d'une charrue à glace. Le vaisseau est le modèle ordinaire d'un remorqueur, et comme tel il fonctionne continuellement. La charrue a les dimensions suivantes, longueur 10 mètres, largeur 4,50 mètres, et hauteur 2,50 mètres, elle a en outre des parois doubles, qui à la partie supérieure et inférieure sont reliées par

des pièces intermédiaires en fer plat. L'appareil peut donc parfaitement flotter. Le vaisseau entre dans la charrue par derrière avec un peu de lest on fait prendre au vaisseau la bonne position, et au moyen de boulons, on rive la charrue au vaisseau par des trous pratiqués à l'avant du bâtiment. Ces charrues flottantes ont des avantages incontestables, on peut les déplacer facilement, de sorte qu'on peut les diriger sans aucune difficulté vers les endroits où l'on pense que l'on en aura besoin en hiver.

On peut les river sans peine aux remorqueurs, sans le secours d'une câle sèche ou de puissantes machines, et d'après des expériences qu'on a faites, il ne faut pas plus d'une heure pour opérer ce travail de fixation; en outre grâce à la faculté qu'ont ces charrues de flotter, les résultats obtenus sont beaucoup plus considérables. Plus la glace offre de la résistance, plus la charrue s'enfonce profondément dans la couche de glace, plus la pression est forte.

Puis on peut donner à ces charrues à glace de beaucoup plus grandes dimensions qu'aux charrues ordinaires, parce que grâce à la faculté qu'elles ont de flotter, le vaisseau est très peu ou même nullement embarrassé par leur poids. Les charrues à glace fendent la glace par le milieu, en la levant pour ainsi dire, les glaçons heurtent contre la partie inclinée de la charrue, prennent peu à peu une position verticale, et tombent ensuite sur la glace de long du chenal.

De cette manière ces charrues à glace laissent derrière elles, un chenal presque entièrement débarrassé de glace. A un concours qui a eu lieu par hasard de Rotterdam à Kralingen entre les charrues à glace du „Blauwe Ster” et du „v. d. Garden en Co” au travers de la glace très épaisse, tous deux firent preuve d'être du même degré de puissance. Dans les derniers temps quelques autres bateaux à vapeur ont été munis de pareilles charrues à glace flottantes, entre autres le bateau à roues „Wodan”, qui est devenu un terrible brise-glace, puis les bateaux à hélice „Krimpen a/d Lek” et „Pernis”. La différence de force entre un bateau avec ou sans charrue à glace, est si grande, qu'il n'est pas même question de les comparer. Nous pouvons citer comme une preuve très frappante, que pendant l'hiver de 1890/91, le „Waterstaat” essaya, avec trois remorqueurs assez puissants, le bateau à roues „Maassluis” et les bateaux à hélice „Colonel” et „Dieu Donné”, d'évacuer la glace sur la Lek. Ces bateaux non appareillés n'avancèrent que lentement. Un petit bateau à hélice ayant au plus une force de 180 chevaux, pourvu d'une charrue à glace flottante avança sans difficulté au travers de la glace, dépassa les vapeurs de l'Etat, et manoeuvra autour d'eux. Il ouvrit sans grande difficulté un chenal sur une grande distance, et fendit l'étendue de glace dans plusieurs directions.

Pendant les hivers de 1890/91 et 1891/92 les deux brise-glace mentionnés ci-dessus „Krimpen a/d. Lek” et „Ysploeg” fonctionnèrent avec succès à différents endroits, et dans différentes circonstances.

A plusieurs reprises on brisa de la glace de presque 40 cM. d'épaisseur.

Au travers de la glace d'une épaisseur de 20—25 cM. on put maintenir une vitesse de 3—4 lieues marines. Le „Krimpen a/d. Lek", fonctionna à Amsterdam pendant l'hiver de 1892/93 et sans aucune interruption a tenu ouverte pendant 19 jours la navigation sur le Y, aux alentours du bassin aussi bien que dans le bassin et au Handelskade, et retournait généralement à Ymuiden le soir par le canal du Nord. Le remorqueur à hélice le „Ysploeg" ouvrit en 1891 un chenal entre Rotterdam et Amsterdam, d'une longueur environ de 73 kilomètres, et cela dans 1 jour et demi. Outre ces charries à glace, il y a maintenant dans les Pays-Bas, d'autres brise-glace, c'est-à-dire ceux du Noordzee-Kanaal. Ils appartiennent à une „Compagnie" qui a pour but de tenir ouvert pendant l'hiver le Noordzee-Kanaal, ainsi que l'accès aux différents établissements de commerce à Amsterdam. Les deux brise-glace, un grand et un petit, ont été construits en 1893 à Stettin, d'après le modèle des brise-glace employés dans l'Allemagne du Nord aux bouches des différentes rivières. Leur manière de fonctionner pour briser la glace consiste à monter sur la glace, de sorte que celle-ci cède par suite de la pesanteur du vaisseau. Ces vaisseaux sont construits de telle manière, que l'arrière partie est à une certaine profondeur dans l'eau, tandis que l'avant s'élève au-dessus de la surface de l'eau ou reste au même niveau. Ils sont pourvus de puissantes machines, la plus grande a une force de 1100 chevaux. Puisque ces vaisseaux doivent fonctionner surtout par leur propre poids, ils sont naturellement solidement construits. La fabrique „de Maas" à Delfshaven construit maintenant pour le compte de l'Etat, une pareille machine à l'usage du „Waterstaat". Nous ne pouvons prononcer aucune opinion arrêtée sur cette sorte de machines, parce qu'elles n'ont pas encore fonctionné. L'hiver de 93/94 n'a été ni très sévère ni de longue durée. A juger d'après les rapports qui nous ont été envoyés d'Allemagne au sujet des travaux effectués par ces machines, et accomplis cette année à Amsterdam, ce sont d'excellents brise-glace, très propres à fonctionner aux bouches des rivières ainsi que dans les rivières ayant un courant suffisant, qui facilite l'écoulement de la glace rompue. Leur tirant d'eau considérable fait qu'ils ne peuvent fonctionner que dans les cours d'eau ayant au moins 4 ou 5 mètres de profondeur. Dans les canaux ces brise-glace fonctionneront tout aussi bien pour rompre la glace, cependant le travail qu'ils font n'est pas très exact. La glace se fend en tous sens sous leur action, et les glaçons sont poussés en avant avec force à une distance, de quelques mètres. La glace ainsi brisée vient cependant flotter en partie après le passage du brise-glace, dans le chenal qui a été ouvert, ce qui nuit beaucoup à la libre circulation des légers bâtiments de la navigation intérieure. Par des courses répétées dans le canal, les glaçons qui sont poussés en avant avec force, viennent s'entasser contre les berges des canaux.

En étant brisés dans les bassins et dans les ports, ces glaçons mettront

par conséquent les vaisseaux en danger. En faisant avancer les brise-glace contre de grosses embâcles, où la glace ne veut pas se rompre, ils courent le risque de monter sur la glace avec leur base, et d'y rester pris. Par contre ces machines seront très propres en cas de grandes débâcles et lorsque la glace commence à s'entasser. Grâce à leur forme, ces brise-glace seront poussés sur la glace quand celle-ci commence à s'entasser de sorte qu'ils ne courront pas le risque d'être brisés.

Les „Compagnies de remorquage” ont des objections contre ces machines parce qu'elles sont moins utiles pour d'autres buts, lorsqu'il n'y a pas de glace et c'est le cas pour la plus grande partie de l'année; puis à cause de leur prix si élevé résultant de leur construction particulière, ce qui les rend en outre fort pesantes. En citant les objections qu'on a contre ces machines, nous ne voulons cependant nullement les désapprouver, car il est incontestable qu'elles ont une très grande puissance. Le plus grand des deux brise-glace du Noordzee-kanaal, dépasse de presque 550 chevaux le „Wodan”, qui est cependant le plus grand des bateaux à vapeur munis de charrues à glace, qui existe dans les Pays-Bas. Pour la navigation privée il ne peut être question de se procurer ces machines pour les raisons indiquées ci-dessus, et les Compagnies d'Armateurs, se contenteront de faire construire des charrues à glace, d'une force de 150—200 chevaux et dont le prix 2 à 3000 florins sera à leur portée. En outre à chaque bateau à vapeur, de quelque construction que ce soit, l'on peut faire construire une charrue à glace, sans apporter aucun changement au bateau, et les vaisseaux ainsi munis de charrues à glace gardent la valeur qui leur est propre.

Il faut tenir compte aussi de la variabilité des hivers et du peu de temps que ces charrues à glace peuvent être utilisées, justement à cause de cette variabilité. Ces deux faits seront clairement démontrés d'après le tableau ci-dessous, qui indiquera le nombre des jours pendant lesquels la voie de navigation d'Amsterdam à Schiedam (Pays-Bas) depuis 1870—1894 a été couverte de glace.

1870—71 du 21 décembre—19 février ainsi.	60 jours
1871—72 pas.	0 "
1872—73 "	0 "
1873—74 "	0 "
1874—75 à partir du 29 octobre—4 janvier	7 "
1875—76 " " 10 janvier—22 janvier	13 "
1876—77 pas.	0 "
1877—78 "	0 "
1878—79 du 10 janvier—8 février.	30 "
1879—80 du 4 décembre—3 janvier et 19 janvier—9 février.	53 "
1880—81 du 14 janvier—5 février.	23 "
1881—82 pas	0 "
1882—83 "	0 "
1883—84 "	0 "
1884—85 "	0 "

1885-86 pas	0 jours.
1886-87 du 17 janvier-24 janvier	8 "
1887-88 du 28 février-7 mars	8 "
1888-89 pas	0 "
1889-90 "	0 "
1890-91 du 1 décembre-7 février	57 "
1891-92 pas	0 "
1892-93 du 3 janvier-31 janvier	28 "
1893-94 du 4 janvier-17 janvier (*).	13 "

A proprement parler, ce ne fut qu'après l'hiver rigoureux de 1890/91 qu'on s'est appliqué davantage dans les Pays-Bas à perfectionner les machines pour la rupture de la glace, cependant comme nous l'avons déjà dit plus haut, ce sont exclusivement les „Armateurs” qui s'en sont occupés, en faisant construire, des charrues à glace pour être adaptées à des remorqueurs déjà construits depuis quelque temps, ou qu'on venait de construire.

Nous regrettons beaucoup de ne pouvoir donner d'autres renseignements à ce sujet, et de devoir nous rapporter qu'à l'expérience faite de ces machines par les membres de notre Société. En faisant la description de la charrue à glace, nous avons déjà donné quelques communications relatives au travail accompli par ces machines, c'est pourquoi nous pouvons nous référer à l'opinion, presque unanime, basée sur l'expérience acquise, de ce qui peut et de ce qui ne peut pas être accompli par la charrue à glace.

Nous ne parlons ici que des rivières et des canaux des Pays-Bas, et nous allons nous occuper successivement des différentes voies de navigation, ainsi que de l'état de la glace.

1. Les canaux servant à la navigation, n'ayant pas moins de 2,50 m. de profondeur, peuvent être toujours ouverts à l'aide de la charrue à glace; par une forte gelée, la glace n'atteint pas plus de 40—50 cm. Dans les canaux destinés aux navires, un chenal d'une largeur suffisante pourra être ouvert bien rapidement par une charrue à glace adaptée à un vapeur à hélice d'une force de 500 chevaux et qui fonctionnera pendant une période de gelée pendant laquelle il se formera de la glace d'une épaisseur de presque 15 cm. dans l'espace de 24 heures. En temps de dégel, la glace de 25 cm. d'épaisseur pourra être brisée par un vapeur d'une force de 150 chevaux et avec une rapidité de 3—4 lieues marines par heure. Des canaux de peu de profondeur seront plus difficiles à ouvrir lorsque la glace est épaisse ou la gelée très forte, parce que dans ce cas on ne peut employer aucun bateau d'une puissance suffisante. Pour ces voies de navigation, il serait nécessaire, quand on désire que le passage reste

(*) Ce tableau a été dressé d'après les données de la bourse de Schiedam. D'après un usage très ancien, on ne donne pas en hiver la liste des cotes du moult de genièvre, lorsque le batelier d'Amsterdam a dû cesser son service à cause de la glace, quelle que soit la quantité de moult de genièvre qui ait été négociée.

libre, de commencer à temps, et d'empêcher par des courses répétées, que la glace n'atteigne une certaine consistance. Pour ces canaux à eau stagnante ou ayant du moins un très faible courant, on emploiera de préférence des vapeurs à hélice, parce qu'alors il sera plus facile d'ouvrir un chenal qui soit entièrement libre de glace.

2. Dans les ports de mer et aux bouches des rivières où le flux et le reflux sont assez faibles, et diffèrent peu pour la durée et pour la force, on pourra employer avec autant de succès des charrues à glace. Ce que nous avons dit plus haut au sujet de la rupture de la glace dans les canaux, peut aussi s'appliquer à ces voies de navigation.

3. Au moyen de puissantes charrues à glace, on pourra rouvrir à la navigation, des rivières ayant un courant plus ou moins rapide, et ayant une grande profondeur, pourvu que de grosses embâcles ne se soient pas formées. Si de telles rivières n'ont pas une profondeur de plus de ± 2 mètres, alors on peut briser la glace seulement à l'aide de puissants vapeurs à roues.

Cette profondeur ne permet pas de déployer la force nécessaire avec une ou plusieurs hélices. Pour les rivières, à eau courante, on pourra indifféremment employer toute sorte de brise-glace; parce que la glace ainsi dégagée, s'écoule facilement avec le courant. Si par une forte gelée, la rivière est partout obstruée par la glace, qui fait que les glaçons de grosseur inégale, sont poussés les uns sur les autres, les plus puissantes charrues à glace n'aboutiront alors à aucun résultat. Ce n'est que par une très faible gelée ou en temps de dégel, alors que la masse de glace n'est pas si compacte, qu'on a quelque chance de pouvoir la déblayer. Si cet état de la glace présente des difficultés pour la déblayer, alors il va de soi qu'avec les ressources dont nous disposons, nous ne pouvons absolument rien faire pour briser des embâcles ou des banquises d'une certaine grosseur. Ce n'est qu'en temps de dégel, qu'on pourra aboutir à quelques résultats, cependant le danger auquel on s'expose, d'être écrasé, est très grand, parce que la débâcle a lieu très souvent tout à coup. Par contre on fonctionnera avec succès dans les rivières là, où il s'agit de veiller à ce que l'eau dans un resserrement du lit de la rivière, s'écoule facilement, afin de faciliter le libre passage de la glace, et là où, à cause de la mer étale, la glace reste temporairement immobile, et pourrait devenir très solide. On réduit ainsi à de petits morceaux, et avec une grande facilité, de grosses masses de glace flottante. En tout cas, il faudra s'y prendre à temps, de cette façon on pourra épargner beaucoup de travail. A l'aide d'un matériel suffisant, il sera possible à notre avis, de faire écouler dans des conditions normales, la glace dans la partie inférieure des rivières ainsi que dans les bouches des rivières, c'est pourquoi il est nécessaire de placer aux endroits dangereux, des brise-glace, ayant pour but de briser les gros glaçons ou les champs de glace, lorsque la glace qui a été dégagée commence à s'écouler plus lentement par le frot

tement sur des bas-fonds, sur des épis, ou le long du bord, et de pénétrer ainsi au travers de la masse de glace. Par le déplacement continu de la glace, on finira par la déblayer entièrement. En dégageant la partie inférieure des fleuves, on facilitera considérablement l'écoulement régulier de la glace dans la partie supérieure des fleuves. Les charrues à glace poussées par les vapeurs à hélice, rendront ici les services voulus; outre leur grande efficacité pour fendre la glace, elles courent moins le risque de se trouver prises sur la glace.

Elles rejettent la glace brisée sur celle qui n'est pas encore brisée, de façon qu'on finit par avoir un espace libre dans la masse de glace. Nos vaisseaux sont impuissants à lutter contre la glace qui charrie ou lorsque la débâcle a commencé, et que la glace est ainsi violemment agitée. Pour fonctionner dans ce cas avec efficacité, il faudrait des vaisseaux d'une forme tout à fait spéciale, de sorte que la glace en mouvement, ne pût rencontrer nulle part une surface plate, qui pût le heurter à angle droit. Il faut choisir une forme grâce à laquelle la glace est poussée en bas à un certain angle ou, ce qui est encore plus probable, le vaisseau est poussé en haut. Un bâtiment ainsi solidement construit, échappe au danger d'être brisé par la glace qui est poussée en haut, comme nous l'avons déjà dit. Les brise-glace du Noordzee-kanaal répondent à ces exigences. Pour rendre nos explications plus claires, nous ajoutons 5 photographies du remorqueur à hélice „Pernis” d'une force de 240 chevaux et muni d'une charrue à glace flottante et indépendante du vaisseau; ce remorqueur a été récemment construit.

Nº. 1. Une charrue à glace en construction et adaptée à l'arrière du remorqueur, et pas encore achevée.

Nº. 2. La même charrue à glace achevée, et vue de son arrière partie.

Nº. 3. La même charrue à glace achevée, et vue de l'avant.

Nº. 4. La même charrue à glace pour un remorqueur amarré.

Nº. 5. La même charrue à glace pour un remorqueur qui doit naviguer. Puis une photographie du vapeur à hélice „Ysploeg” sur une câle sèche.

L'expérience qui a été faite l'hiver dernier, a donné lieu à quelques améliorations des charrues à glace. Quand on veut maintenir un passage libre dans un canal, ou quand on veut rompre la glace qui l'obstrue, il est nécessaire qu'à la partie inférieure de la charrue à glace, il y ait un rebord horizontal, contre lequel les glaçons détachés viennent se reposer le long de la charrue, pour être plus facilement rejetés de côté. L'expérience a en outre démontré, que les charrues à glace par suite de leur fond plat, peuvent en étant dirigés sur de grosses embâcles, s'y trouver pris; afin de prévenir cet inconvénient, on a donné à la partie inférieure des nouvelles charrues à glace, la forme d'un obtusangle en forme de coin.

En faisant avancer inconsidérément la charrue contre une masse de glace

fortement gelée, cela ne fait le plus souvent, qu'endommager la machine. Dans bien des cas, il est préférable simplement de raser et de couper la glace. Ici aussi, c'est l'expérience qui sera le meilleur guide pour arriver à un travail plus perfectionné, grâce auquel l'efficacité de ces machines sera sans aucun doute beaucoup plus grande. Au point de vue commercial, les brise-glace ont déjà prouvé à plusieurs reprises, qu'ils présentent de grands avantages surtout quant à la navigation sur mer. Il a été possible de rendre les ports navigables, de manière à ce que les vaisseaux puissent entrer et sortir, et qu'on puisse les charger et les décharger, même par une forte gelée. Pour la navigation intérieure, les avantages ont été très minimes, ce qui doit être surtout attribué au petit nombre de brise-glace dont on pouvait disposer. Cela n'avance à rien du tout lorsqu'une voie de navigation principale, a été de nouveau rendue navigable tout de suite après le dégel, si les voies de raccordement restent gelées pendant encore plusieurs jours, et qu'ainsi la navigation des canaux dans l'intérieur des villes, soit arrêtée. Il existe en outre dans les Pays-Bas bien des règlements dans les provinces et dans les communes en vertu desquels la rupture de la glace est défendue, et qu'il n'est pas permis d'ouvrir les ponts, dès que la gelée a commencé.

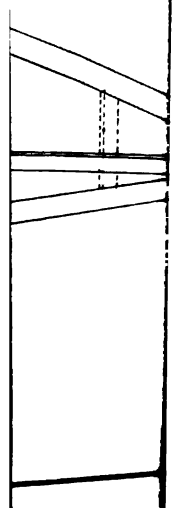
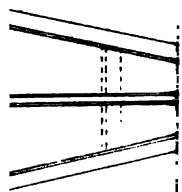
Le gouvernement des Pays-Bas pourrait favoriser en général la construction de brise-glace, en ne se servant en cas de besoin que des vaisseaux qui soient entièrement organisés en brise-glace, ou qui soient pourvus dans ce but de machines spéciales.

La Compagnie „Stoomvaart-belangen”, ainsi que l'industrie particulière et la navigation, se sont efforcées d'éclaircir cette question actuelle.

Elle espère avoir contribué pour sa part, à résoudre ce problème qui est d'une importance capitale pour plusieurs pays mais surtout pour les Pays-Bas.

OE

OEG."



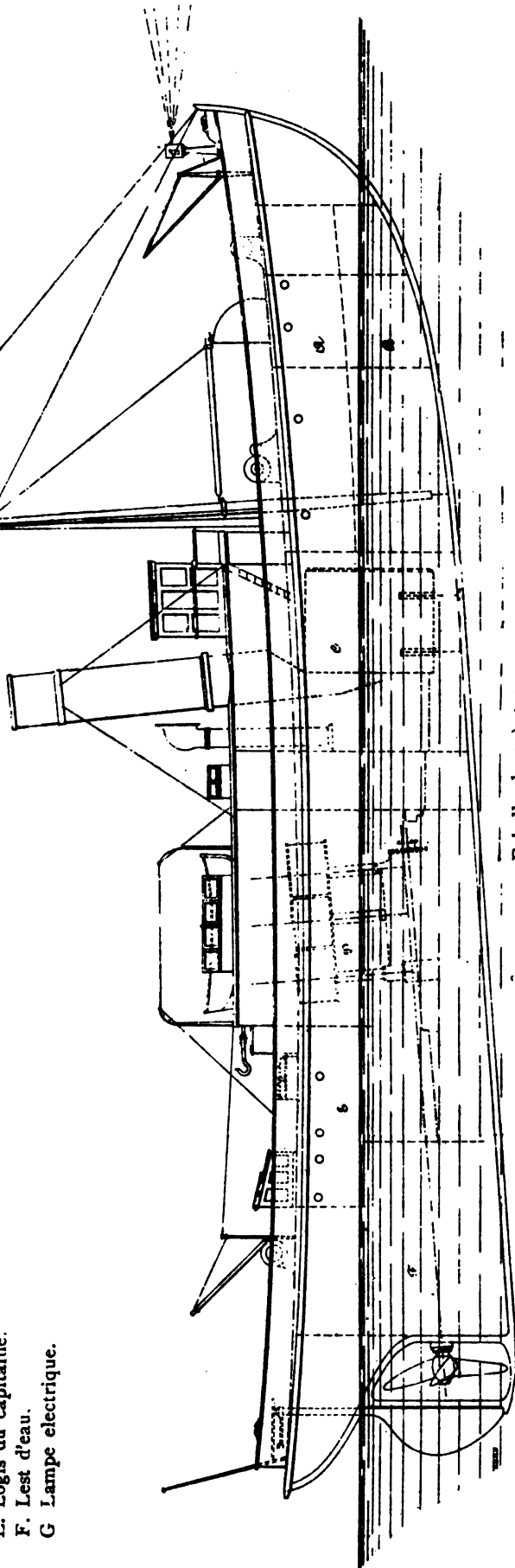


13

L É G E N D E.

- A. Logis de l'équipage.
- B. Lert d'eau.
- C. Chandrière.
- D. Machine.
- E. Logis du capitaine.
- F. Lest d'eau.
- G. Lampe électrique.

Longueur 43 M., Largeur 10 8 M..
 Profondeur en avant 2,5 en arrière 5.25 M.
 Puissance 1100 chev.



Echelle de 1 à 200.

nicut.

13

J. W. van Matle
Civil Ingenieur.

13

VI^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

LA HAYE, 1894.



DeGrand fund

Sixième Congrès international de Navigation intérieure

LA HAYE. 1894.

4^e QUESTION.

Traction et propulsion sur les canaux, sur les rivières canalisées et sur les rivières à courant libre.

EXPOSÉ ET DIVISION.

Le programme proposé est libellé comme il suit:

„Progrès réalisés depuis le congrès précédent dans l'application des divers systèmes de traction et de propulsion des bateaux. Nouveaux systèmes inventés ou appliqués depuis lors. Influence de la forme des bateaux et de l'état de leur surface sur la résistance à la traction. Vitesse nécessaire et réalisable, tant pour les bateaux porteurs, que pour les remorqueurs et les toueurs avec leurs trains.”

Le programme qu'on vient de lire comporte deux ordres d'idées tout à fait distincts:

En premier lieu, l'étude des procédés de traction et de propulsion des bateaux.

En second lieu, les recherches relatives à la forme des bateaux et à l'influence que peuvent exercer sur la résistance à la traction cette forme et l'état de la surface mouillée.

Le présent rapport se divise en deux parties, correspondant à ces deux ordres d'idées. La première partie a été rédigée par M. J. HIRSCH et la seconde par M. B. DE MAS.

A la fin, et sous forme d'annexes, on trouvera réunis divers renseigne-

ments qui nous ont paru devoir intéresser les membres du Congrès. Ces renseignements nous ont été donnés, à la suite d'une enquête sommaire, par M.M. les Ingénieurs des services de navigation, et par M.M. les Directeurs et Administrateurs des entreprises de transports par eau. Nous tenons à remercier nos obligeants correspondants pour l'empressement qu'ils ont mis à répondre aux questions que nous avons pris la liberté de leur adresser.

Il va de soi que nous avons dû limiter nos études à ce qui concerne le réseau des voies françaises; nous laissons à nos collègues étrangers le soin d'examiner ce qui se rapporte aux voies navigables de leurs pays.

Paris, le 26 Avril 1894.

B. DE MAS.

J. HIRSCH.

1ÈRE PARTIE.

PROCÉDÉS DE TRACTION ET DE PROPULSION

PAR

M. J. HIRSCH,

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Le réseau navigable français présente un caractère un peu spécial, qui résulte de la constitution orographique du territoire. Les grands courants de trafic ne sont pas, comme dans d'autres pays, limités à des vallées principales et de grande étendue; ils sont, en majorité, établis de bassin à bassin et assurés par des canaux à bief de partage; ces voies artificielles ont été, pour la plupart, ramenées à un gabarit uniforme, permettant le passage du bateau adopté comme type, la péniche flamande.

Les cours d'eau forment le prolongement des canaux et ils sont parcourus par les bateaux qui naviguent sur les canaux; c'est là, le plus souvent, leur rôle essentiel. Mais, à côté de ce trafic général, ils comportent une navigation locale, desservie par un matériel qui n'est nullement assujéti au gabarit des canaux.

Il résulte de cette situation que les procédés de navigation ne sont pas les mêmes sur les canaux que sur les cours d'eau. Il est donc utile, pour la clarté, d'examiner séparément ce qui se passe sur les canaux et sur les rivières. La navigation sur les canaux présente un caractère très prononcé d'homogénéité et d'uniformité; c'est par cette partie de notre programme que nous commencerons.

TRACTION SUR LES CANAUX.

En ce qui concerne la traction sur les canaux, la situation générale n'a pas sensiblement changé depuis le dernier Congrès. Les données fournies dans les remarquables rapports de M.M. DEROME en LASMOLLES représentent encore l'état actuel des choses. Nous les complétons (voir Annexe V) par quelques renseignements relatifs à la navigation sur les canaux de la région du Centre.

Sauf quelques cas exceptionnels, la navigation a toujours lieu par bateaux isolés, les écluses étant trop petites et trop rapprochées pour permettre la circulation par convois.

Au fur et à mesure que le travail de remaniement des canaux se poursuit, que ces voies sont ramenées au gabarit normal, et que, par suite, le tonnage des bateaux s'accroît, on constate que le halage à bras tend à disparaître, et à laisser la place à la traction par chevaux.

La traction mécanique, qui semblerait devoir enfin donner la solution de l'exploitation économique des canaux, est demeurée, sauf un cas spécial, dans la même situation que précédemment; ce mode de halage se heurte à des obstacles de diverses natures, les uns d'ordre technique, les autres d'ordre économique ou social, sur lesquels nous aurons à revenir, et qui, jusqu'ici, ont paralysé les efforts tentés pour résoudre ce grave problème.

Porteurs.

Quelques porteurs à vapeur circulent sur nos canaux; ils sont mus par des roues à aube; ces roues sont installées à l'arrière, de manière à ne pas dépasser la largeur du gabarit réglementaire. Ce mode de transport ne semble pas prendre beaucoup de développement.

Halage funiculaire.

Le V^e Congrès, sur la proposition de la 2^e Section, avait émis le vœu que les essais de halage funiculaire fussent continués; il considérait que ce mode de traction, si on pouvait le mettre à l'abri des inconvénients révélés par l'expérience, constituerait une solution pratique de la traction sur les canaux à grand trafic.

Le système de halage funiculaire imaginé par M. LÉVY (MAURICE) et appliqué par lui sur le canal St Maurice, près de Paris, a fait l'objet de descriptions complètes insérées dans les publications des précédents Congrès de navigation, et a donné lieu, dans le sein de ces Congrès, à des discussions approfondies; le sujet peut être, pour le moment, considéré comme épuisé et il convient, avant d'y revenir, d'attendre que l'application pratique de cet ingénieux système ait donné des résultats décisifs. Ces résultats ne sauraient tarder longtemps à se produire; en effet, l'Administration a décidé que les appareils seraient installés sur le canal de l'Aisne à la Marne, au souterrain du Mont de Billy, près de Reims; la section à desservir comporte une longueur de 2300 m., ce qui correspond à près de 5 km. de câble. Il est probable que l'installation pourra être terminée dans le courant de la présente année et livrée à l'exploitation avant l'hiver prochain.

Cette grande expérience pratique sera suivie avec un vif intérêt par tous ceux qui s'occupent de la navigation intérieure.

Halage magnétique.

On a tenté bien souvent d'appliquer sur les canaux le principe du touage qui a si bien réussi sur les rivières. A première vue, la chose

paraît facile: une chaîne déposée au fond de l'eau, est saisie par une poulie, portée par le bateau à touer et actionnée par un moteur quelconque; de là, progression du véhicule. La puissance à développer est petite; le moteur est donc léger et la chaîne de faible échantillon, conditions éminemment favorables lorsqu'il s'agit de bateaux voyageant isolément.

Aux essais d'application on a rencontré de sérieuses difficultés pratiques; parmi les plus graves on peut citer les suivantes:

Difficulté d'assurer sans mécanisme trop encombrant l'adhérence entre la chaîne et la poulie;

Cette adhérence étant supposée établie, difficulté de jeter la chaîne, ce qui conduit à poser deux chaînes, l'une pour l'aller, l'autre pour le retour, complication qui a paru inacceptable;

Difficulté de faire fonctionner avec sécurité et économie de petits moteurs, etc.

Nous laissons de côté le problème du passage des écluses, qui semble comporter plusieurs solutions acceptables.

L'emploi de l'électricité, aujourd'hui si général, on pourrait dire si vulgaire, permettrait peut être de triompher de tous ces obstacles. L'adhérence peut être réalisée par l'aimantation électrique de la poulie, ainsi que l'a fait M. DE BOVER pour le toueur *Ampère*, dont nous donnerons plus bas la description; un système pareil permet de jeter la chaîne avec la plus grande facilité. Le courant électrique qui aimante la poulie alimenterait en même temps une dynamo, qui donnerait le mouvement à la même poulie. Tout ce mécanisme, extrêmement simple et d'une légèreté incomparable, peut moyennant quelques précautions élémentaires, être gouverné par le premier marinier venu. Aux petites vitesses usitées sur les canaux, la prise de courant sur un conducteur continu se ferait avec une grande sûreté. Enfin la production et l'envoi d'un courant de quelques chevaux s'obtiendrait le plus souvent de façon très économique.

Le système se présente, à tous les points de vue, comme fort séduisant. Il convient d'encourager les tentatives faites dans cette direction. Plusieurs ingénieurs s'occupent de la question; M. DE BOVER notamment se livre, sur ce sujet, à des études sérieuses. Espérons qu'au Congrès de La Haye, il nous apportera quelque communication intéressante.

Touage électrique du canal de Bourgogne.

L'application du touage électrique a été faite sur le bief de partage du canal de Bourgogne; ce n'est, il est vrai, qu'un cas particulier, mais le succès a été si complet qu'il est permis d'en concevoir les meilleures espérances pour l'extension à des cas plus généraux.

Le touage dont il s'agit n'était qu'à l'état de projet lors du dernier Congrès; aujourd'hui que l'expérience pratique a été faite, qu'elle a été poursuivie pendant plusieurs mois, avec pleine réussite, l'étude du

système prend un tout autre intérêt. On nous permettra donc de le décrire avec quelque détail.

Le bief de partage du canal de Bourgogne a 5 kilomètres de longueur dont 3300 m., sont en souterrain. La largeur de la voie d'eau est de 6,10 m. en souterrain et de 7,00 m. dans les tranchées aux abords. La tenue d'eau varie de 2,25 m. à 2,40 m.; c'est cette dernière tenue qui est le plus ordinairement réalisée.

Comme, dans ce bief, le canal est à une seule voie, les bateaux naviguent par trains, qu'on lance alternativement dans un sens et dans l'autre.

De 1867 à 1893, ces trains étaient remorqués par des toueurs à vapeur, prenant leur appui sur une chaîne de 6 Kg. au mètre. Ces bateaux étaient munis de machines, alimentées par des chaudières avec réservoirs d'eau surchauffée, du système LAMM-FRANCO. Dans ces dernières années, on remorquait ainsi annuellement 200000 tonnes environ, pour une dépense de 16 à 20000 francs, tous amortissements compris. Le système fonctionnait très bien et ne présentait que le seul inconvénient de revenir un peu cher; l'entretien surtout était assez coûteux.

En 1888 les anciens toueurs arrivant à leur limite d'usage, on a été amené à rechercher s'il n'était pas possible d'obtenir une meilleure solution, en utilisant les forces naturelles des chûtes d'eau aux écluses du canal.

De l'étude faite, résulta la conviction qu'on pourrait disposer chaque jour d'au moins 40 ou 50 mille mètres cubes d'eau pour les deux écluses qui terminent le bief de partage.

Après étude du terrain, on s'est décidé à créer une chute de 7,00 m. du côté de la Seine et une autre de 8,00 m. du côté de la Saône et l'on a établi les calculs sur un débit journalier de 30000 m³, dont 18000 m³ lancés sur le versant Seine, à Pouilly et 12000 m³, sur le versant Saône, à Escommes.

La puissance des chûtes, dans ces conditions, est de 20 chevaux à Pouilly et de 15 chevaux à Escommes, soit ensemble 35 chevaux.

La chambre d'eau des turbines est en fonte et recouvre le distributeur, dont elle est séparée par une vanne en bronze, en forme de secteur circulaire. Le distributeur se développe sur un peu moins que la demi-circonférence du récepteur. En temps de repos, le secteur de bronze obture toutes les aubes distributrices. A partir du moment où la turbine se met en marche, on laisse à celle-ci le soin de régler son admission d'eau, ainsi qu'il sera expliqué plus loin.

Les turbines de Pouilly et d'Escommes ont été construites sur le même modèle. Elles sont du type GIRARD, à libre déviation.

L'axe vertical des turbines s'élève jusqu'au plancher de la petite usine. Il se termine par une roue d'angle qui engrène avec une autre, calée sur un arbre horizontal, ayant ses paliers fixés sur le plancher. C'est

cet arbre horizontal qui porte le volant, relié par courroie avec la dynamo génératrice.

Les génératrices sont des machines GRAMME du type supérieur, enroulées en dérivation.

La génératrice de Pouilly est construite pour produire normalement 30 ampères sous 370 volts. Les inducteurs sont bobinés en fil de $\frac{23}{10}$ de mm., et l'induit en fil de $\frac{9.4}{10}$ de mm. Elle tourne normalement à 900 tours.

La génératrice d'Escommes doit fournir 30 ampères sous 280 volts. Le diamètre du fil des inducteurs est de $\frac{23}{10}$ et celui de l'induit $\frac{9}{10}$. Elle doit tourner à 1250 tours à son allure normale.

Les deux génératrices sont accouplées en tension. Un premier fil conducteur joint deux pôles de noms contraires des machines, puis de chacun des deux autres pôles part un fil, qui court parallèlement au premier à droite et à gauche. C'est sur ces deux derniers fils que frottent les prises de courant de la réceptrice.

Dans ces conditions, quand les turbines marchent à leur allure normale, la tension totale est de $280 + 370 = 650$ volts. Le débit est de 30 ampères. Le plus ordinairement, on n'arrive pas à un débit aussi considérable; on ne varie guère que de 12 à 25 ampères, suivant la charge remorquée par le toueur.

Le fil de ligne, de 8 mm. de diamètre, en bronze télégraphique, donne, pour le circuit de 10 kilomètres environ que parcourt l'électricité, une résistance inférieure à 4 ohms; la chute de potentiel y est donc de 100 volts pour un débit de 25 ampères et quand on débite ce chiffre, la réceptrice reçoit le courant sous 550 volts environ et absorbe ainsi $550 \times 25 = 13750$ watts, soit une puissance brute de 18 chevaux $\frac{1}{2}$.

Il est extrêmement rare qu'on ait besoin d'une puissance aussi élevée.

Le mode d'accouplement ci-dessus décrit présente cet avantage que la longueur de conducteur parcourue par le courant reste constante, quelle que soit la position du toueur dans sa course. Cet accouplement ne présente qu'un inconvénient résultant de l'excitation en dérivation, mode d'excitation qu'on a dû employer pour utiliser des accumulateurs: lors des démarrages, chaque génératrice tend à inverser la polarité de sa voisine. Pour éviter cette difficulté, il suffit de n'admettre le courant qu'avec lenteur. C'est ce que permet de faire un puissant rhéostat de démarrage, donnant 180 ohms de résistance.

Les régulateurs des turbines forment une partie intéressante de l'installation.

On a déjà vu que l'obturation plus ou moins complète du distributeur se fait par un secteur de bronze, qui coulisse sur les ouvertures du distributeur d'eau.

Ce secteur est manœuvrable à la main, à l'aide d'un volant. Mais il

est également sous la dépendance d'un système fort ingénieux de régulation automatique.

Sur l'un des arbres commandés par la turbine, sont montés sous deux pignons, qui engrènent avec une roue dentée en relation avec le secteur en bronze; si, par un embrayage, on cale l'un ou l'autre de ces deux pignons sur l'arbre qui les traverse, il est clair que le secteur tournera dans un sens ou dans l'autre. Cet embrayage est obtenu par adhérence électro-magnétique, suivant le système imaginé par M. DE BOYER. L'électricité est fournie par une pile locale. Le courant est envoyé dans l'un ou l'autre pignon ou bien interrompu à l'aide d'un commutateur, dont la position est sous la dépendance du courant qui parcourt la ligne principale.

A cet effet, sur la dérivation des inducteurs des génératrices, a été installé un solénoïde. Ce solénoïde est double et ses deux armatures sont suspendues aux extrémités du fléau d'une balance, avec cette précaution qu'une des armatures ait son centre au-dessus du centre du solénoïde correspondant, tandis que l'autre l'a au-dessous. Quand le courant passe, les solénoïdes tirent sur leurs armatures; la balance tend donc à s'incliner; or l'un des bras du fléau porte une surcharge, qui donne l'équilibre pour un voltage déterminé.

Si, en travail, le voltage devient trop faible la balance penchera dans le sens de la surcharge; elle penchera en sens contraire, si le voltage devient trop fort.

Le fléau de la balance porte, de chaque côté, des fourches métalliques qui viennent plonger dans les godets d'un commutateur à mercure, quand l'inclinaison du fléau est suffisante, et établissent la communication entre la pile et les embrayages.

Ce système de régulateur est excellent: il est docile et très énergique. Sauf circonstances exceptionnelles, il ne permet pas d'écarts de voltage de plus de 5 à 10 %. On règle d'ailleurs facilement le voltage normal, en surchargeant plus ou moins les armatures.

Les organes des tableaux de distribution n'ont rien de spécial. Ils comprennent: un rhéostat d'excitation, un ampèremètre, un voltmètre, un paratonnerre et les coupe-circuits automatiques et à main, un tachymètre, etc. accessoires qu'on rencontre dans toute installation électrique.

Le système est complété par une batterie d'accumulateurs; elle est composée de 250 éléments du type de la *Société pour le travail électrique des métaux*, comportant chacun 4 négatifs et 5 positifs de 215 sur 105. En régime normal, la charge doit se faire par un courant de 10 ampères et la décharge doit donner 15 ampères.

Ces éléments sont accouplés en série, de sorte que la force électro-motrice de la batterie varie aux environs de $2 \times 250 = 500$ volts. A la charge, elle peut supporter facilement $2,2 \times 250 = 550$ volts et à la décharge on peut, sans inconvénient, laisser tomber le voltage à $1,8 \times 250 = 450$ volts.

La batterie est reliée à la ligne conductrice, en parallèle avec la réceptrice. La connexion existe d'une façon constante, de sorte qu'les accumulateurs jouent le rôle de volant. La batterie travaillant seule peut suffire pour deux voyages aller et retour.

Elle est installée dans la cave de la maison où habite le mécanicien chef du toueur.

La ligne conductrice est à trois fils de bronze télégraphique de 8 mm. de diamètre. Le métal présente une résistance mécanique de 45 Kg. par mm². et sa conductibilité électrique est de 97 % de celle du cuivre pur.

Le circuit total parcouru par le courant étant de 12000 m. environ, la résistance est de 3.9 ω .

Quand on marche au maximum de force, soit à 30 ampères sous 650 V, la ligne absorbe un travail de $R I^2 = 3,9 \times 30^2 = 3510 \omega$.

Le rendement est donc $\frac{650 \times 30 - 3510}{650 \times 30} = 82 \%$.

A la marche la plus ordinaire, c'est-à-dire avec 15 ampères sous 650 V. le rendement devient $\frac{650 \times 15 - 3,9 \times 15^2}{650 \times 15} = 90 \%$.

Les trois fils de ligne sont disposés de manière à former les arêtes d'un prisme de 0,10 m. de hauteur et 0,20 m. à 0,30 m. de base: les deux arêtes de la base étant constituées par les deux fils sur lesquels on prend le courant.

Pour supporter les fils dans la position voulue, on s'est servi d'isolateurs de forme spéciale.

Trois isolateurs sont posés sur une tige en fer creux de 0,25 m. ou 0,35 m. de longueur. Le fil de retour ne servant pas aux prises de courant est simplement posé dans l'encoche de l'isolateur et y est maintenu par une ligature. Les deux fils de prise de courant sont suspendus en dessous au moyen d'étriers en fils de bronze.

La ligne ainsi constituée forme un circuit ouvert; pour le fermer, il faut mettre ses deux fils extrêmes en contact avec les pôles de la réceptrice. C'est ce qu'on fait au moyen de deux trolleys, portés par le bateau. Comme dans les tramways américains, ces trolleys se composent de deux longues perches, avec articulations en tous sens, suivies dans toute leur longueur par un conducteur souple issu des pôles de la réceptrice, et terminées par une roulette en communication électrique avec ce conducteur et qui suit constamment la ligne.

Les bras de trolley ont 7,50 m. de long, ils se composent d'un tube de fer blanc de 4,00 m., dans lequel est emmanché un bambou de 3,00 m. environ. Sur la longue perche ainsi constituée, on fixe des V en tubes minces, et des fils d'acier, passant sur ces V, raidissent le tout. Des ressorts tendent à rendre la perche verticale. Au bout de ces perches sont les poulies de prise de courant, qui sont en cuivre, et dont la chappe est montée sur articulation, de manière à se prêter aux mouvements latéraux que peut prendre le toueur.

Au sortir du bras de trolley, les conducteurs arrivent, à travers un tableau, aux deux pôles de la réceptrice. Celle-ci est une machine GRAMME, type supérieur, enroulée en série, en fils de $\frac{44}{10}$ pour les électros et $\frac{22}{10}$ pour la bobine. La résistance des inducteurs est de 6.1ω et celle de l'induit de 0.55ω .

Aux essais, en tournant à 900 tours et recevant 30 ampères sous 550 volts, elle donnait 19 chevaux au frein.

Le rendement était ainsi de 85 %.

Cette machine reçoit, suivant les trains remorqués, un débit plus ou moins considérable. Elle fonctionne bien aux diverses charges et est remarquablement exempte d'étincelles. Son tableau ne présente rien de spécial si ce n'est son rhéostat de démarrage de 180 ohms.

La réceptrice est reliée par courroie au volant du treuil de traction. La poulie de la dynamo a 0,30 m. et le volant 1,80 m. de diamètre.

L'arbre du treuil commande la roue à empreintes par un train d'engrenages avec embrayage à deux vitesses. Normalement, cette roue à empreintes fait 20 ou 40 tours par minute suivant l'équipage de roues qu'on emploie. La vitesse d'avancement de toueur est alors de 0,70 m. ou 1,40 m. Bien entendu, cette vitesse varie dans de larges limites suivant la charge remorquée.

Le bateau a 15 m. de long, 3,20 m. de large et 1,20 m. de creux. Son tirant d'eau est de 0,45 m. Ses extrémités sont couvertes par un pont en tôle striée et sa partie centrale, sur 8,00 m. de long, porte une cabine en tôle mince, protégeant les appareils et les agents contre les intempéries.

Pour éviter que la chaîne de touage n'éclabousse l'intérieur du bateau, on l'a enveloppée entièrement dans une gaine formée d'un fer U en dessous et d'un demi-cylindre de tôle mince amovible par dessus. Le toueur est pourvu de deux gouvernails, qu'on commande toujours ensemble par des renvois mécaniques. La chaîne entre sur le bateau et en sort par des aiguilles analogues à celles dont sont ordinairement pourvus les toueurs de rivière.

L'éclairage du bateau-toueur pendant les traversées en souterrain ou pendant la nuit, ainsi que celui des maisons-abris est fait par l'électricité.

L'installation qui vient d'être décrite a été projetée par M. GALLIOT, ingénieur des ponts et chaussées, sous la direction de M. FONTAINE, ingénieur en chef du canal de Bourgogne. Elle a été approuvée par M. le Ministre des travaux publics, le 8 Février 1893. Les travaux ont été commencés immédiatement; ils étaient terminés le 15 Juillet suivant.

La direction sur place était confiée à M. le conducteur VAILLARD.

La dépense totale d'installation du système s'est élevée à 139000 francs.

La période d'essai a duré un mois, du 15 Juillet au 15 Août. Depuis cette dernière date, on ne se sert plus, pour le touage, que des installations électriques.

L'exploitation se fait de la manière la plus simple.

Dès aujourd'hui, après l'été exceptionnel de 1893 et l'hiver assez froid qui l'a suivi, pendant lesquels on a pu continuer le service sans arrêt, on a le droit de dire que l'expérience est faite et que le système de **POUILLY** a répondu à toutes les espérances.

TRACTION ET PROPULSION SUR LES RIVIÈRES.

Si les diverses lignes de canaux présentent à la navigation des conditions qui sont à peu près partout les mêmes, il en est tout autrement des rivières. Chaque cours d'eau a, pour ainsi dire, sa physionomie propre, caractérisée par sa pente, son débit, les dimensions de son lit, les travaux qu'on y a exécutés, etc. Cette physionomie est souvent fort différente d'un point à l'autre d'un même cours d'eau, et elle change avec les saisons. De là, une variété presque infinie dans les méthodes de navigation.

Certains cours d'eau d'importance secondaire sont aménagés comme les canaux auxquels ils font suite; leurs ouvrages d'art ont le même gabarit; au point de vue de la navigation, il convient de les faire rentrer dans la catégorie des canaux proprement dits.

Les grands cours d'eau, les seuls dont nous ayons à nous occuper ici, se divisent en deux classes, suivant que l'écoulement des eaux s'y fait librement, ou qu'ils sont canalisés par barrages éclusés; dans ce dernier cas, les écluses sont ordinairement de grandes dimensions.

Les cours d'eau ont à desservir à la fois le trafic local, qui ne sort pas de la vallée, et le trafic général, qui leur est versé par les voies artificielles aboutissantes. Ils sont donc parcourus par des bateaux de canal et par un matériel spécial, accomodés aux conditions locales.

En ce qui concerne les bateaux de canal, les porteurs à vapeur peuvent se suffire à eux mêmes; mais, à part ce cas très particulier, tous les autres bateaux doivent emprunter leur mouvement à une force extérieure. La descente se fait assez souvent à la dérive; dans certains cas, les bateaux isolés ou groupés en convois de faible importance sont halés par des chevaux.

Navigation par convois.

La pratique qui tend à se généraliser de plus en plus, c'est l'emploi d'une puissance mécanique, traînant des convois plus ou moins lourds, et dans lesquels figurent également les bateaux de canal et ceux du trafic local.

La traction mécanique s'opère de diverses manières; le moteur prend son point d'appui soit directement sur le lit du cours d'eau (*Grappins*), soit sur une chaîne noyée (*toueurs*), soit sur le liquide ambiant (*remorqueurs*).

Les *Grappins* sont encore en usage sur le Rhône; ce sont de puissants bateaux à vapeur, munis de roues à aubes, qui leur servent de propulseurs à la descente. Ils portent en outre une grande roue centrale, actionnée par la machine à vapeur et armée de solides crochets; à la remonte cette roue repose sur le fond du cours d'eau, et les crochets se cramponnent dans le gravier qui constitue le lit. Ce mode de traction est remarquablement approprié au régime du Rhône et aux conditions de son trafic.

Les *remorqueurs* sont souvent à roues, plus fréquemment à hélice. La construction des remorqueurs, de leurs propulseurs et de leurs machines a fait, dans ces dernières années des progrès importants.

Le *touage* sur chaîne est, que nous sachions, le seul qui soit pratiqué aujourd'hui d'une manière un peu générale. La chaîne s'enroule un grand nombre de fois sur deux tambours cannelés, parallèles, et tournant à vitesses égales sous l'action d'une machine à vapeur.

Le remorqueur jouit d'une grande liberté de manœuvre; il peut aller vite ou lentement, tourner dans un cercle restreint, se mouvoir perpendiculairement à la rive, etc. Il a de plus, avantage considérable, la faculté de discuter ses conditions et le prix des services qu'il rend à la batellerie, de profiter ainsi, dans la plus large mesure, des circonstances favorables qui peuvent se présenter. Lorsque la vitesse du courant est un peu grande, le remorqueur travaille, à la remonte, dans des conditions défectueuses.

Le toueur a une moins grande liberté d'allures. Son capital de premier établissement, qui comprend le prix de la chaîne, est beaucoup plus élevé. Mais, pour peu qu'il y ait du courant, sa machine utilise, à la remonte, la puissance motrice bien plus économiquement que celle du remorqueur; la descente sur chaîne est au contraire moins avantageuse et parfois impossible. Avec le système actuel de prise d'adhérence au moyen de deux tambours parallèles, le jet de la chaîne est une opération longue et laborieuse; on l'évite autant que possible à l'aide de divers artifices: tantôt on compose la chaîne de sections de faible longueur, réunies par des nabots, qu'on peut assez facilement démonter et remonter pour échanger la chaîne; d'autres compagnies préfèrent opérer par *traquage*, chaque toueur ne parcourant qu'une section du cours d'eau, et échangeant son convoi avec le toueur de la section voisine.

La pose d'une chaîne noyée constitue un monopole de fait, un accaparement partiel du domaine public au profit d'un exploitant; elle ne peut donc être autorisée qu'en vertu d'une concession délivrée par l'autorité administrative; et cette concession comporte nécessairement des conditions, qui peuvent devenir très lourdes, surtout au point de vue des tarifs. Il y a là des questions extrêmement délicates, sur lesquelles il serait ici hors de propos de nous appesantir, mais dont la solution peut exercer une influence décisive sur la prospérité de l'entreprise.

L'étude du touage et du remorquage a été faite d'une façon si complète

et avec tant d'autorité et de compétence au Congrès de Paris, que nous ne croyons pas utile d'insister davantage; on trouvera d'ailleurs, dans les Annexes II et III des indications complémentaires sur des applications locales de la traction mécanique.

Touage par adhérence magnétique.

Depuis le dernier Congrès, un progrès important a été réalisé; le toueur a adhérence magnétique, qui avait été présenté à l'état de projet, est entré aujourd'hui en service régulier. Le moment semble donc venu de donner une description de ce remarquable instrument (a).

Lors du Congrès de Paris, MM. MOLINOS et DE BOVER ont résumé les conditions auxquelles devrait répondre un service de touage bien organisé; aux toueurs ordinaires attachés et assujettis à leur chaîne, il faudrait, d'après ces ingénieurs, substituer des remorqueurs toueurs, c'est-à-dire des remorqueurs à hélice ou à roues, munis d'un appareil de touage dont ils ne se serviraient qu'à la remonte. L'appareil devrait être simple, non susceptible de détériorer la chaîne et permettre de la jeter à l'eau sans difficulté en tous points du parcours. Le service en relais serait supprimé. Les toueurs à la remonte conduiraient leur train à destination sans traquage. A la descente, ils fonctionneraient comme des remorqueurs libres. Le service se ferait ainsi à deux voies; il gagnerait par conséquent, en régularité, en célérité, en puissance de trafic et en économie.

Pour satisfaire à ces conditions, il fallait avant tout trouver un système d'entraînement efficace avec une très faible longueur de chaîne sur les appareils de touage. C'est à l'aimantation d'une poulie d'entraînement unique que M. DE BOVER a eu l'ingénieuse idée de recourir, pour obtenir l'adhérence nécessaire.

La poulie (Pl. 1, fig. 5 et 6) consiste en deux plateaux *a* et *l* en acier fondu, ajustés avec soin et reliés par des boulons en bronze *g*. Ils ménagent entre eux une cavité annulaire, partiellement remplie par les fils conducteurs enroulés *k*. Le fond de la gorge est fermé par un anneau en bronze *e*, avec joints en caoutchouc, qui empêche l'eau de venir mouiller la bobine de fil. Le courant, pris sur deux bagues isolées, pénètre dans la poulie par une ouverture *l* ménagé dans l'axe de son arbre *m*.

Il n'est pas inutile de rappeler qu'aux essais, une chaîne vieille, réduite par l'usure à un poids d'environ 9 Kg. au mètre, a donné au repos sur la poulie d'expérience et pour un enroulement de $\frac{3}{4}$ de tour, une adhérence de 6000 à 6500 Kg. Le mouillage de la chaîne à l'eau ordinaire ou à l'eau de savon, ne fait perdre que 10 % environ de la force portante. Même fortement vrillée et huilée à refus, la chaîne neuve a encore porté

(a) Cette description est écrite sur les données fournies, avec une grande obligeance, par M. DE BOVER, directeur de la C^{ie} du touage de la Basse-Seine et de l'Oise.

plus de 4000 Kg. Avec la vieille chaîne, une adhérence de 6000 Kg. est obtenue pour une dépense de courant correspondant à 3 chevaux seulement.

L'effort d'arrachement suivant le rayon d'un système de deux anneaux, représentant un élément complet de chaîne, est au plus de 300 Kg. pour la chaîne neuve et le courant maximum.

La connaissance de cet effort a conduit à imaginer les moyens nécessaires pour assurer le décollement, c'est-à-dire la séparation de la poulie et du brin sortant de la chaîne.

Les lèvres *c*, *d* de la gorge étant exposées à l'usure, sont rapportées comme des bandages, et faciles à remplacer.

Tel est l'organe principal employé dans le touage par adhérence magnétique.

La construction du toueur a été entreprise par M. HENRI SATRE, sauf la partie électrique de l'installation qui est due à M.M. SAUTTER, HARLÉ et C^{ie}. Sa longueur est de 33 m., la largeur en dedans des ceintures est de 5 m., le creux 2,70 m. et le tirant d'eau moyen en marche comme toueur de 1,90 m.

Au moyen de deux embrayages, la machine du type pilon, peut à volonté actionner l'hélice par commande directe, en développant 150 chevaux à 150 tours, ou l'appareil de touage par roues d'angle, en faisant 60 à 80 chevaux, à 90 tours en marche sur chaîne.

Vers l'arrière se trouvent deux chaudières de 150 chevaux chacune. Il y a, comme dans tous les toueurs, deux gouvernails à roues de commande *G* et *G'*; celui d'avant n'a, au repos, aucune tendance au retournement, quand le bateau marche avec l'hélice. Les formes de la coque permettent à ce toueur une allure satisfaisante, comme remorqueur; deux compartiments de water ballast *W W* peuvent, au moyen d'une pompe, échanger une certaine quantité d'eau de façon à enfoncer l'arrière en marche sur l'hélice et à rétablir le niveau au touage.

A l'avant et à l'arrière la chaîne passe sur les aiguilles *FF'*, puis entre les galets verticaux *EE'*. Du chemin de chaîne *D*, elle va s'enrouler de $\frac{3}{4}$ de tour sur la poulie de touage *A* (fig. 2 et 5) où son entrée et sa sortie sont guidées par les deux galets *BB'*, symétriquement disposés et montés sur chariot, de façon à permettre la mise en place de la chaîne et au besoin, sa jetée à l'eau. Nous nous bornerons à rappeler que le galet *B'* en métal magnétique, aide, conjointement avec le doigt *H* en métal dur, non magnétique, au décollement de la chaîne; à l'avant, un autre doigt *H* symétrique au précédent assure seul le décollement de la chaîne dans les manœuvres de marche-arrière.

Entre le chemin de sortie *D'* de la chaîne et son aiguille d'écoulement *F'* se trouve un puits *L*, d'une capacité suffisante pour recevoir 20 à 25 m. de chaîne, qui s'y écoule naturellement par l'effet d'un plan incliné.

Quand un toueur va aborder une courbe, la chaîne tend, sous l'effort

de traction, à venir vers le centre et à se placer en ligne plus directe ; il se produit par suite du mou au point où est le toueur. Le problème consiste à garder ce mou à bord et à le restituer petit à petit pendant le passage de la courbe. C'est à cette fonction que satisfait le frein réglable *M* ; selon les besoins, il permet d'évacuer à l'arrière tantôt moins (avant l'entrée en courbe) tantôt plus (pendant le passage en courbe) de chaîne qu'il en entre par l'avant. Faute de ce frein, le mou retombant à l'eau au moment où il se produit, ne serait plus disponible en cas de besoin, et le toueur montant laisserait derrière lui la chaîne plus près de la rive convexe qu'avant son passage.

En *P* se trouve une poulie aimantable, douée d'une vitesse circonférentielle égale à celle de la poulie de touage, et développant à la circonférence un effort de 200 à 300 Kg. ; sur cette poulie ; le décollement de la chaîne se fait naturellement par sa descente dans le puits.

L'appareil d'entrée du puits est représenté fig. 7. Deux galets, placés de part et d'autre de la poulie aimantée, obligent la chaîne à prendre son contact sur un développement convenable pour l'adhérence magnétique. Les axes de ces galets sont montés sur des tiges verticales, entourées par de puissants ressorts de traction ; dans ces conditions, si la tension de la chaîne est grande du côté du brin sortant, les ressorts cèdent et les deux galets se soulèvent, ce qui évite à leurs supports une fatigue normale. La chaîne étant droite ne touche plus la poulie aimantée qu'en un point ; mais c'est justement le cas où l'action de cette poulie est superflue, de sorte qu'en toute circonstance le doigt de décollement de touage ne travaille plus ou presque plus.

EMBAYAGE A ADHÉRENCE MAGNÉTIQUE SYSTÈME DE BOVET

Cette poulie d'entrée est maintenue en marche, pendant tout le temps du touage, par une transmission spéciale de mouvement *J K* indiquée dans la figure 2. On peut se réserver de la laisser libre, dans les cas où son intervention est inutile, en intercalant un système d'embrayage magnétique, représenté ci-contre, il se compose d'un corps *A* en fonte ou en fer coulé, calé, sur l'arbre moteur, et pourvu d'une gorge circulaire où se loge le fil *B*, dont les extrémités aboutissent à des bagues *a b* sur lesquelles portent

les frottements amenant le courant. L'arbre à entraîner reçoit un plateau *F*, susceptible de s'approcher de *c d* jusqu'à venir au contact, en glissant sur un prisonnier.

Lorsque le courant est lancé dans ce fil *B*, l'armature au plateau *F* vient se coller contre *c d*, qui forme électro-aimant, et participe dès lors à son mouvement. L'accouplement est ainsi obtenu sans aucune réaction extérieure; de plus, grâce à la coupure en coin du champ magnétique, cet appareil jouit de la propriété de limiter l'effort maximum transmis, tout en permettant le glissement de *A* sur *F* si cet effort est dépassé.

Le frein (fig. 8) est pourvu d'un galet, qui oblige la chaîne, même tendue, à embrasser à demeure un arc d'une certaine longueur sur la poulie aimantée du frein, de sorte que, dès l'envoi du courant, la chaîne et le sabot articulé s'appliquent à la fois contre elle avec toute sécurité. L'arbre de cette poulie n'est relié à aucun mécanisme, il tourne librement dans ses coussinets, et le sabot équilibré par un ressort, est disposé avec un très petit jeu pour pouvoir venir en prise, même avec une faible aimantation. En somme l'installation actuelle nécessite en tout sur le pont, entre les galets verticaux d'avant et d'arrière *E* et *E'*, trois poulies aimantées; un puits de chaîne, trois commutateurs installés sur la passerelle pour les manœuvres et des rhéostats placés sous le pont; la source du courant est indépendante du moteur principal; c'est une dynamo à moteur spécial de MM. SAUTTER HARLÉ ET C^{ie}.

Aux essais, le toueur remarqueur a réalisé une vitesse, en descente sans remorque, de 18 km. en faisant 170 chevaux; le courant étant de 1 à 5 km.

Le nouveau toueur est en service régulier depuis le milieu de 1893 et fonctionne d'une manière satisfaisante, soit comme toueur, soit comme remorqueur, répondant entièrement au programme en vue duquel il a été fait. La Compagnie a étudié les projets de trois nouveaux bateaux de ce type.

Procédés divers de traction.

En dehors de la navigation par convois, dans lesquels sont associés des bateaux de toutes provenances, la circulation locale, sur les grands cours d'eau, est desservie par des véhicules trèsdivers et des systèmes extrêmement variés, qui sont sous la dépendance des conditions spéciales du trafic et de la voie. On trouvera dans les Annexes, un certain nombre d'exemples de services de cette nature.

Navigation du Rhône.

On sait quelles difficultés considérables présente la navigation du Rhône: le courant est très rapide, le lit mobile et irrégulier, la profondeur d'eau faible et variable. Jusqu'ici les transports se sont faits par divers procédés. Certains bateaux, destinés principalement au transport des matériaux de

construction, sont en bois, de larges dimensions à faible tirant d'eau ; à la descente, ils se laissent entraîner par le courant, en évoluant entre les écueils à l'aide de longues et puissantes rames ; à la remonte, qui se fait toujours à vide, ils se font haler par de nombreuses équipes de chevaux, qui sont souvent obligés d'entrer dans l'eau jusqu'au poitrail ; navigation pénible et dangereuse, qui ne peut être pratiquée que par des mariniers d'une adresse et d'une vigueur exceptionnelle.

La majeure partie des transports est faite par des porteurs à vapeur, bateaux à roues, très longs, très minces, très légers, à faible tirant d'eau et munis de puissantes machines. Plusieurs de ces bateaux font aussi le service des voyageurs.

On voit également, sur le Rhône, des Grappins et quelques remorqueurs.

Sur le même fleuve, il est question d'installer un service de touage dans des conditions particulières. L'établissement d'une chaîne noyée permanente aurait donnée des résultats précaires, à cause de l'envahissement par les graviers, qui se déplacent constamment. On propose, comme organe de traction un câble métallique s'enroulant complètement sur un treuil porté par le toueur ; celui-ci immergerait le câble à la descente et le reprendrait à la remonte. Les calculs sont établis pour faire le service par sections de 20 Km. environ de longueur, avec troquage aux extrémités. Il sera intéressant de connaître les résultats de cette expérience, poursuivie sur des données originales et dans des conditions de navigation fort difficiles.

Bateaux pour voyageurs.

Malgré la concurrence des chemins de fer, les services de voyageurs par bateaux à vapeur ont pu se maintenir et se développer sur quelques sections de rivières favorablement situées. Ce mode de transport est encore fort goûté, à cause de son bon marché et de l'agrément du voyage. On a construit récemment de grands et beaux bateaux pour voyageurs, fort bien aménagés et munis de puissantes machines, qui leur impriment de grandes vitesses. (Voir Annexe IV.)

Beaucoup de grandes villes arrosées par un cours d'eau important ont des services de bateaux omnibus, qui font le transport des voyageurs dans l'intérieur de la ville et dans la banlieue. Il convient de mentionner, parmi ces services, l'un des plus actifs et des plus prospères de notre pays, celui qui dessert les rives de la Seine, dans la traversée de Paris (1).

La Compagnie générale des Bateaux Parisiens emploie, pour ses transports de voyageurs dans Paris et dans la banlieue amont et aval,

(1) Renseignements fournis par M. CAUBET, administrateur délégué de la Compagnie.

105 bateaux de divers types, pouvant recevoir chacun 225 à 400 voyageurs. La contenance totale de ces 105 bateaux est de 28275 voyageurs.

Parmi les divers modèles qui composent ce matériel le type représenté dans la Planche II est un de ceux qui satisfont le mieux aux exigences très particulières du service des voyageurs dans la traversée de Paris.

Voici les données principales de ces bateaux :

Longueur	29 m. 60
Largeur sur le pont	4 m. 40
Tirant d'eau maximum	2 m. 15
Nombre de voyageurs	275
Chaudière titulaire à retour de flamme, timbrée à	6 k.
Machine compound, type pilon, développant une puissance de 90 chevaux à 180 tours.	
Hélice à 4 ailes, diamètre	1 m. 40
Nombre de tours de l'hélice	180
Vitesse correspondant à la montée	17 kilom.
Vitesse correspondant à la descente	18 "

Devis des poids.

Machine	45000 k.
Electricité	690 "
Chaudière avec eau	10000 "
Coque	22000 "
Accessoires du pont	3800 "
Aménagement	7000 "
275 voyageurs	16500 "
Divers	396 "

Le combustible employé est le coke.

La commande du gouvernail est faite par une roue placée au centre du bateau, en avant de la cheminée. La transmission se fait par l'intermédiaire d'un treuil à engrenages et de drosses convenablement disposés.

CONCLUSIONS.

Nous allons présentement résumer les études contenues dans les chapitres précédents, et essayer et d'en tirer des conclusions un peu générales et des propositions à soumettre au Congrès de La Haye. Cet examen portera successivement sur les rivières et sur les canaux.

Rivières.

D'une rivière à l'autre, et même d'une section à l'autre d'une même rivière, les procédés de navigation varient dans des limites étendues. En ce qui concerne les bateaux voyageant isolément, leurs dispositions, leurs dimensions, leur mode de propulsion dépendent essentiellement des circon-

stances locales et de la nature du trafic à desservir. Au point de vue qui nous occupe, il paraît bien difficile de tirer de cet ensemble des conclusions un peu générales, sans tomber dans le vague et l'indécision.

On peut presque en dire autant au sujet de la navigation par convois.

Il est vrai que dans la formation des convois, il entre des bateaux de canal, d'un gabarit assez uniforme; mais ces bateaux se trouvent mêlés à d'autres véhicules, ayant des formes et des dimensions très diverses. D'ailleurs l'appareil de traction, quel qu'il soit, est nécessairement approprié à la voie à parcourir, autrement dit, c'est un instrument essentiellement local.

Néanmoins il ne sera pas inutile de rappeler ici la concurrence très active qui s'est élevée sur divers cours d'eau, et en particulier sur la Seine, entre le remorquage et le touage; cette concurrence, dont, au point de vue du bas prix momentané des transports, on pourrait être tenté de se féliciter, est au fond pleine de dangers et peut conduire à des conséquences désastreuses: elle porte en elle des causes profondes d'instabilité des prix, et par suite les germes d'une désorganisation définitive de la batellerie. Entre les deux outils de traction, qui, l'un et l'autre rendent des services si importants, la lutte est loin d'être égale. Parmi les conditions qui les différencient, il en est une qui prime toutes les autres: le remorqueur est indépendant; le toueur est lié par une concession et un cahier des charges. Ces faits ne doivent pas être perdus de vue.

Au point de vue purement technique, un progrès important a été réalisé depuis le dernier Congrès: c'est la mise en service du nouveau toueur à adhérence magnétique.

Canaux.

En ce qui concerne la halage sur les canaux, il s'est également accompli, depuis le dernier Congrès, un fait d'une grande importance: l'installation du touage électrique au bief de partage du canal de Bourgogne. Ces deux applications de l'électricité à la navigation, venues en même temps et couronnées l'une et l'autre de succès, sont du plus heureux augure.

Néanmoins le problème de la traction sur les canaux ne peut être considéré comme résolu: à Pouilly, la navigation se fait en convois, et la question qui se pose, en matière de canaux est celle des bateaux isolés.

Il faut remarquer d'ailleurs que cette question ne saurait être considérée comme exclusivement technique: pour être bien résolu, le problème aurait besoin d'être nettement posé; or il se complique de considérations nombreuses, étrangères à l'art de l'ingénieur, et dont il n'est pas permis de faire abstraction, même en s'en tenant strictement à l'étude du halage.

C'est ainsi que dans l'état actuel des choses, les frais de traction ne constituent que la moindre partie du prix du transport; les autres dépenses croissent, non pas avec la distance, mais avec le temps. Pour les réduire, de façon notable, il ne suffirait pas d'augmenter la vitesse; il faudrait surtout gagner sur les temps perdus, qui revêtent les formes les plus

variées; c'est là, avant tout, une affaire d'administration et d'organisation économique.

A quelque point de vue que l'on se place, il semble que la traction mécanique, substituée au halage à l'aide des chevaux ou des hommes, soit la véritable solution de l'avenir, que seule elle soit en pouvoir de donner sa valeur au magnifique réseau de voies navigables qui couvrent notre pays. Mais avant d'en arriver là, que d'obstacles à surmonter! Bouleversement d'antiques habitudes, déplacement d'intérêts importants et respectables, conflits économiques et administratifs, etc. C'est une transformation profonde, presque une révolution.

En dépit de ces difficultés, le problème se poursuit avec ardeur. A l'heure actuelle, il semble que deux solutions se disputent les préférences. L'une, le halage funiculaire, a été soumise à une expérience pratique et prolongée qui malgré quelques mécomptes de détail, a permis d'apprécier la grande valeur du système; l'autre, le touage magnéto-électrique n'est encore qu'à l'état de projet, mais, eu égard aux récents progrès des industries électriques et aux données de la question, elle paraît présenter des chances sérieuses de succès.

Propositions à soumettre au Congrès.

Le Congrès de Paris, à la suite d'une discussion approfondie sur les procédés de traction, a posé, en forme de conclusion, un certain nombre de questions à résoudre. (Voir aux Annexes). Depuis la clôture du Congrès, ces questions ont fait l'objet d'études; elles se sont précisées et mûries. Cependant on ne saurait dire que des solutions formelles soient intervenues.

Nous estimons donc que les mêmes questions sont encore à maintenir dans le programme des études des Congrès de navigation. En outre pour tenir compte des faits récemment acquis, nous pensons qu'il y a lieu d'insister sur les recherches à faire en vue d'installer sur les canaux la traction électrique.

J. HIRSCH.

Paris, le 26 Avril 1894.

II^{ÈME} PARTIE.

Influence de la forme des bateaux et de l'état de leur surface sur la résistance à la traction.

R A P P O R T

PAR

M. B. DE MAS,

Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées.

Le présent rapport a pour objet le compte-rendu sommaire des expériences que nous avons poursuivies sur ce sujet pendant les quatre années 1890, 1891, 1892 et 1893. Nous ne dirons rien ici ni de la méthode, ni des appareils employés (1); nous nous bornerons à faire connaître les principaux résultats constatés. Il est cependant indispensable de rappeler que nos expériences ont porté exclusivement sur des bateaux susceptibles de naviguer alternativement dans les rivières et les canaux, en France, c'est-à-dire susceptibles de passer par des écluses ayant 38,50 m. de long 5,20 m. de large et 2,00 m. au moins de mouillage sur les buses. Il convient encore d'ajouter que durant les trois premières années, les expériences ont été faites en Seine, dans une partie assez large et assez profonde pour pouvoir être assimilée à une eau indéfinie et qu'en 1893, au contraire, elles ont été faites en canal, dans le canal de Bourgogne; de là la division du rapport en deux Sections.

1^{ÈRE} SECTION.

EXPÉRIENCES FAITES SUR LA SEINE.

Influence de la surface.

Nous avons d'abord cherché comment, pour un même bateau, la résistance à la traction varie avec l'enfoncement. A cet effet, des expériences

(1) Pour les détails, nous ne pouvons que renvoyer à l'ouvrage intitulé *Recherches expérimentales sur le matériel de la Batellerie*. Deux fascicules ont déjà paru et sont en vente, à Paris, chez: M^{me} V^{ve} DUNOD, quai des Grands Augustins 49; M. M. CHAIX et C^{ie}, Rue Bergère 20; M. BAUDRY, Rue des Saint Pères 15. Un troisième fascicule est en préparation.

ont été faites sur l'*Alma*, bateau du type appelé *Flûte* (Pl. IV), aux enfoncements successifs de 1 m., 1,30 m. et 1,60 m. Le tableau ci-dessous fait connaître ses principales dimensions à ces divers enfoncements.

Dimensions de la partie immergée de la coque de l' <i>Alma</i> .	A l'enfoncement		
	de 1,00 m.	de 1,30 m.	de 1,60 m.
L. Longueur	37,54 m.	37,74 m.	37,99 m.
l. Largeur au maître-couple	5,02 m.	5,02 m.	5,02 m.
t. Enfoncement	1,00 m.	1,30 m.	1,60 m.
δ . Coefficient de déplacement	0,957	0,954	0,950
D. Déplacement	180 mc.	235 mc.	290 mc.

Le second tableau, d'autre part, montre comment la section immergée au maître-couple, la surface mouillée totale et la résistance aux vitesses de 0.50 m., 1.00 m., 1.50 m., 2.00 m. et 2.50 m. varient avec les enfoncements successifs, et ce, tant en valeur absolue qu'en valeur relative (Les nombres qui expriment des valeurs relatives sont soulignés).

Données et résultats relatifs à l' <i>Alma</i> .		A l'enfoncement		
		de 1.00 m.	de 1.30 m.	de 1.60 m.
Section immergée au maître-couple {	absolue $\omega = lt$	5.02 mq.	6.53 mq.	8.03 mq.
	valeur } relative . . .	1.00	1.30	1.60
Périmètre mouillé au maître-couple : $X = l + 2t$		7.02 m.	7.62 m.	8.22 m.
Longueur immergée L		37.54 m.	37.74 m.	37.99 m.
Surface mouillée totale {	valeur absolue mesurée .	259 mq.	283 mq.	307 mq.
	id. calculée $S = LX$	264 mq.	288 mq.	312 mq.
	valeur relative	1.00	1.09	1.18
Résistance totale à la vitesse de 0.50 m. {	absolue	39 k.	44 k.	54 k.
	relative	1.00	1.13	1.38
d°. 1.00 m. {	absolue	129 k.	143 k.	162 k.
	relative	1.00	1.11	1.26
d°. 1.50 m. {	absolue	280 k.	315 k.	355 k.
	relative	1.00	1.13	1.27
d°. 2.00 m. {	absolue	502 k.	579 k.	664 k.
	relative	1.00	1.15	1.32
d°. 2.50 m. {	absolue	805 k.	953 k.	1119 k.
	relative	1.00	1.18	1.39

Il résulte des chiffres ci-dessus que :

1°. La section immergée au maître-couple croît comme l'enfoncement ;

2°. La surface mouillée totale croît moins vite que l'enfoncement ;

3°. La résistance totale, pour une même vitesse, croît moins vite que la section immergée au maître-couple et plus vite que la surface mouillée totale.

Le fait peut s'expliquer en considérant la *Résistance totale* comme formée au moins de deux éléments : l'un dépendant de la section immergée au maître-couple, l'autre de la surface mouillée totale, éléments que nous dénommerons respectivement : *Résistance de forme* et *Résistance de surface*.

Quelle peut être la part de la *Résistance de surface* dans la *Résistance totale* ?

Pour élucider ce point, nous avons fait avec l'*Alma* d'assez nombreuses expériences consistant à rechercher quelles modifications dans la *Résistance totale* pouvaient résulter de diverses modifications apportées à la nature de la surface du bateau, toutes autres choses restant égales d'ailleurs. Ces diverses expériences ont donné des résultats concordants ; nous nous bornerons à mentionner la plus caractéristique.

Elle a consisté à relever la résistance de l'*Alma* à l'enfoncement de 1.60 m. : 1° avec ses parois à l'état naturel ; 2° après l'avoir complètement recouverte de toile cirée de manière à diminuer le frottement autant que possible. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après :

Désignation des vitesses.		Résistance totale de l' <i>Alma</i> .		Diminution.	
		Parois à l'état naturel.	Recouvert de toile cirée.	Absolue.	Relative.
		Kilogrammes.	Kilogrammes.	Kilogrammes.	
Vitesse	de 0.50 m.	54	28	26	0.48
	de 1.00 m.	162	105	57	0.35
	de 1.50 m.	355	250	105	0.30
	de 2.00 m.	664	480	184	0.28
	de 2.50 m.	1.119	812	307	0.27

L'importance considérable de *Résistance de surface* se trouve péremptoirement démontrée. A l'enfoncement de 1.60 m. et à la vitesse de 1.50 m. à la seconde, par exemple, la résistance totale de l'*Alma* a été réduite de 30 % par le seul fait d'avoir substitué à la surface passablement rugueuse de la coque, une surface parfaitement lisse (toile cirée). Comme, d'autre part, le frottement sur la toile cirée, bien qu'extrêmement faible, n'est pas absolument nul, on doit en conclure que dans les conditions considérées d'enfoncement et de vitesse, la résistance due au frottement de l'eau sur la coque à l'état naturel était d'environ un tiers de la résistance totale.

Influence de la longueur.

Nous avons expérimenté trois bateaux du type *Flûte*: l'*Alma*, le *René*, et l'*Adrien*, ayant même largeur au maître-couple, 5,02 m. présentant à l'avant et à l'arrière des formes aussi identiques que possible, ne différant que par la longueur.

A l'enfoncement de 1.60 m. la longueur immergée de la coque était:

Pour l' <i>Alma</i>	37,99 m.
Pour le <i>René</i>	30,03 m.
Pour l' <i>Adrien</i>	20,55 m.

Les trois bateaux ont présenté identiquement la même résistance à la traction, ainsi que le montrent les chiffres du tableau ci-dessous:

Désignation des bateaux.	Résistances aux vitesses successives de:				
	0.50 m.	1.00 m.	1.50 m.	2.00 m.	2.50 m.
	Kilogrammes.	Kilogrammes.	Kilogrammes.	Kilogrammes.	Kilogrammes.
<i>Alma</i>	54	162	355	664	1.119
<i>René</i>	51	160	355	665	1.120
<i>Adrien</i>	51	160	355	665	1.120

Ce résultat (1) semble, au premier abord, paradoxal et en contradiction complète avec l'existence précédemment démontrée d'une *Résistance de surface*. Cependant il s'explique d'une façon plausible si, conformément aux idées de DU BUAT, on admet que la *Résistance de forme* est égale à la somme de la *Pression vive* exercée sur l'avant et de la *Non-pression* exercée sur l'arrière du bateau, la première indépendante de la longueur, la seconde variant en sens inverse de cette longueur ou plutôt du rapport de la dite longueur à la largeur.

Les formes de l'*Alma*, du *René* et de l'*Adrien* devant être considérées comme identiques, la *Pression vive* est la même pour tous les trois, mais pour les bateaux plus courts, la *Non-pression* est plus considérable et par conséquent aussi la *Résistance de forme*. On peut alors admettre que pour ces bateaux, l'augmentation dans la *Résistance de forme* résultant de la moindre longueur s'est trouvée précisément compensée par la diminution dans la *Résistance de surface* résultant de la même cause.

Nous admettrons donc: 1°. que toutes choses égales d'ailleurs, la *Résistance de forme* varie en sens contraire du rapport $\frac{L}{l}$ de la longueur du bateau

(1) Il a été vérifié dans des conditions tout aussi remarquables pour l'*Alma* et le *René* à l'enfoncement de 1.30 m.

à sa largeur au maître-couple ; 2°. que dans les limites et dans les conditions où ont été faites nos expériences, la Résistance totale d'un bateau est indépendante de sa longueur, toutes autres choses restant, d'ailleurs, les mêmes.

Influence des formes.

L'influence des formes ressort des deux tableaux ci-après dans lesquels nous avons consigné toutes les données relatives à des bateaux de différents types ainsi que leur résistance à la traction aux vitesses de 0.50 m., 1.00 m., 1.50 m., 2.00 m. et 2.50 m.

Le premier tableau donne les résultats des essais faits à l'enfoncement commun de 1.60 m., sur une péniche, la *Dalila*, sur une flûte, l'*Alma* et sur une toue la *Désirée* (Pl. IV), ayant toutes les trois aussi exactement que cela peut se trouver dans la pratique, même longueur, même largeur et même état de la surface.

Dimensions des Bateaux et Résistances à la traction.	Désignation des bateaux.		
	Péniche <i>Dalila</i> .	Flûte <i>Alma</i> .	Toue <i>Désirée</i> .
<i>Dimensions de la partie immergée.</i>			
L. Longueur	38.16 m.	37.99 m.	37.76 m.
l. Largeur au maître-couple	5.00 m.	5.02 m.	5.03 m.
Rapport $\frac{L}{l}$	7.64	7.57	7.51
t. Enfoncement	1.60 m.	1.60 m.	1.60 m.
δ . Coefficient de déplacement	0.990	0.950	0.966
D. Déplacement	302 mc.	290 mc.	294 mc.
<i>Résistance totale à la vitesse de :</i>			
0.50 m. par seconde	102 k.	54 k.	44 k.
1.00 m. d°.	301 k.	162 k.	126 k.
1.50 m. d°.	682 k.	355 k.	266 k.
2.00 m. d°.	1287 k.	664 k.	484 k.
2.50 m. d°.	—	1.119 k.	806 k.
<i>Résistance par mètre cube (ou tonne) de déplacement à la vitesse de :</i>			
0.50 m. par seconde	0.337 k.	0.186 k.	0.151 k.
1.00 m. d°.	0.996 k.	0.558 k.	0.430 k.
1.50 m. d°.	2.251 k.	1.224 k.	0.907 k.
2.00 m. d°.	4.261 k.	2.289 k.	1.646 k.
2.50 m. d°.	—	3.858 k.	2.750 k.
Résistance, à la vitesse de 1 mètre, par mètre carré de section immergée au maître-couple	37.6 k.	20.2 k.	15.7 k.

Les chiffres du tableau ci-dessus mettent en évidence l'infériorité écrasante du type *Péniche*, ce qui, d'ailleurs, n'a rien de surprenant; mais ils font aussi ressortir la supériorité du type *Toue* sur le type *Flûte*, que rien ne pouvait faire prévoir *a priori*. Le fait est d'autant plus remarquable que la flûte n'est pas seulement affinée à l'avant; elle présente encore certaines formes à l'arrière, tandis que la toue n'a de forme qu'à l'avant, avec l'arrière absolument carré. Il semble donc que l'influence du relèvement de la fonçure à l'avant est tout à fait prépondérante.

Les chiffres du second tableau ci-après ne peuvent laisser aucun doute sur l'influence du relèvement aux extrémités. Il comprend les résultats comparatifs des expériences faites sur la flûte *Alma* et sur deux types de bateaux présentant un relèvement prononcé tant à l'arrière qu'à l'avant, le margotat *Suffren* et le bateau prussien *Remesch* (Pl. IV). Ces dernières expériences n'ont pu être faites qu'à l'enfoncement de 1.30 m., enfoncement maximum réalisable avec les bateaux des deux derniers types. D'autre part, si ceux-ci avaient sensiblement même largeur et même état de surface que l'*Alma*, ils en différeraient considérablement par la longueur. Toutefois ces longueurs ne sortaient pas des limites dans lesquelles nous avons constaté que pour un même type de bateau, la résistance totale était indépendante de la longueur; il semble donc plausible d'admettre que la résistance totale du margotat n'augmenterait pas si sa longueur immergée était portée de 20.30 m. à 37.74 m., longueur immergée de l'*Alma*, et qu'il en serait de même pour le bateau prussien si sa longueur passait de 34.10 m. à 37.74 m. Pour chacun de ces bateaux, le tableau contient deux colonnes: l'une où sont consignés les chiffres relevés directement, l'autre où sont inscrits les chiffres calculés dans l'hypothèse indiquée ci-dessus.

Dimensions des bateaux et Résistances à la traction.	Désignations des bateaux.				
	Flûte <i>Alma.</i>	Margotat.		Bateau prussien.	
		<i>Suffren.</i>	de même longueur immergée que l' <i>Alma.</i>	<i>Remesch.</i>	de même longueur immergée que l' <i>Alma.</i>
<i>Dimensions de la partie immergée.</i>					
L. Longueur	37.74 m.	20.30 m.	37.74 m.	34.10 m.	37.74 m.
l. Largeur au maître-couple . . .	5.02 m.	5.00 m.	5.00 m	4.91 m.	4.91 m.
Rapport $\frac{L}{l}$	7.52	4.06	7.55	6.94	7.69
t. Enfoncement	1.30 m.	1.30 m.	1.30 m.	1.30 m.	1.30 m.
δ . Coefficient de déplacement . . .	0.954	0.818	0.914	0.935	0.937
D. Déplacement	235 mc.	108 mc.	224 mc.	203 mc.	226 mc.

Dimensions des bateaux et Résistances à la traction.	Désignations de bateaux.				
	Flûte <i>Alma.</i>	Margotat.		Bateau prussien.	
		<i>Suffreu.</i>	de même longueur immergée que l' <i>Alma.</i>	<i>Remesch.</i>	de même longueur immergée que l' <i>Alma.</i>
<i>Résistance totale à la vitesse de:</i>					
0.50 m. par seconde	44 k.	21 k. (1)	21 k.	22 k.	22 k.
1.00 m. d°.	143 k.	67 k. (1)	67 k.	80 k.	80 k.
1.50 m. d°.	315 k.	140 k.	140 k.	185 k.	185 k.
2.00 m. d°.	579 k.	243 k. (1)	243 k.	349 k.	349 k.
2.50 m. d°.	953 k.	377 k.	377 k.	582 k.	582 k.
<i>Résistance par mètre cube (ou tonne) de déplacement à la vitesse de:</i>					
0.50 m. par seconde	0.187 k.	0.194 k.	0.094 k.	0.108 k.	0.097 k.
1.00 m. d°.	0.609 k.	0.620 k.	0.299 k.	0.394 k.	0.354 k.
1.50 m. d°.	1.340 k.	1.296 k.	0.625 k.	0.911 k.	0.819 k.
2.00 m. d°.	2.464 k.	2.250 k.	1.085 k.	1.719 k.	1.544 k.
2.50 m. d°.	4.055 k.	3.491 k.	1.683 k.	2.867 k.	2.575 k.
<i>Résistance à la vitesse de 1 mètre, par mètre carré de section immergée au maître-couple</i>					
	21.9 k.	10.3 k.	10.3 k.	12.5 k.	12.5 k.

D'après le premier tableau (enfonce ment de 1.60 m.), si on prend pour unité la résistance totale de la péniche à la vitesse de 1.50 m., on voit qu'à la même vitesse, la résistance totale de la flûte n'est plus que de 0.52 et celle de la toue tombe à 0.39. A la même vitesse, les résistances par mètre cube (ou tonne) de déplacement sont respectivement: 1.00, 0.54 et 0.40.

D'après le second tableau (enfonce ment de 1.30 m.), si on prend pour unité la résistance totale de la flûte à la vitesse de 1.50 m., on voit qu'à la même vitesse, la résistance totale du bateau prussien n'est plus que de 0.59 et celle du margotat tombe à 0.44. Quant aux résistances par mètre cube (ou tonne) de déplacement, elles sont respectivement: 1.00, 0.61 et 0.47.

On est donc autorisé à penser qu'en donnant un relèvement prononcé aux deux extrémités, on peut arriver à des types dont la résistance à la

(1) C'est par suite d'une erreur qu'à la page 56 et dans la planche XVII, des *Recherches expérimentales sur le matériel de la batellerie*, ces résistances ont été indiquées comme étant respectivement de 28, 72 et 239 kilogrammes.

traction dans les rivières ne serait plus guère que le quart de celle des péniches.

A la vérité, c'est le margotat qui a donné les résultats les plus satisfaisants au point de vue de la résistance à la traction, mais c'est aussi lui dont le déplacement est le plus faible et encore, le désavantage qu'il présente à ce point de vue s'accroît rapidement au fur et à mesure que l'enfoncement augmente; nous le montrerons plus loin.

En conséquence, et aussi dans la pensée d'obtenir des qualités nautiques supérieures, nous sommes d'avis qu'il conviendrait de donner aux extrémités une forme se rapprochant plutôt de celle des extrémités du bateau prussien, une forme de *cuiller* pour tout dire en un mot suggestif.

Dans cet ordre d'idées, nous avons étudié d'une façon purement géométrique deux types théoriques qui ne diffèrent d'ailleurs que par l'élancement et qui sont figurés à la planche V.

Le premier type présente une longueur de 38.58 m. entre perpendiculaires et une longueur de 33.58 entre les quêtes. Sur cette dernière, la section est uniforme, rectangulaire, de 5.00 m. de largeur sur 2.20 m. de hauteur. Les deux extrémités sont identiques. Elles se profilent sur le Longitudinal suivant: 1°. un quart d'ellipse dont le demi-axe vertical a 2.20 m. et le demi-axe horizontal 2.50 m. de longueur; 2°. une partie verticale de 0.40 m. correspondant à la tonture du bateau. La longueur de la partie immergée, à l'enfoncement de 1.80 m., est exactement de 38.50 m.; les lignes d'eau déterminées par des plans horizontaux menés de 0.20 m. en 0.20 m. sont toutes, dans les parties hors quêtes, des ellipses et, par conséquent, le contour des extrémités sur l'Horizontal, est circulaire.

Le second type ne diffère du premier que parce que les ellipses suivant lesquelles les extrémités se profilent sur le Longitudinal ont leur demi-axe horizontal de 4.50 m. de longueur au lieu de 2.50 m. La longueur de la partie immergée à l'enfoncement de 1.80 m. restant de 38.50 m., la longueur entre perpendiculaires s'élève à 38.64 m. et celle entre les quêtes se réduit à 29.64 m.

L'adoption exclusive de ces lignes géométriques permet de calculer très rapidement, pour un enfoncement déterminé, le déplacement réel et le coefficient de déplacement de chacun des deux types.

A l'enfoncement, légal en France, de 1.80 m. (1), on a :

$$\text{pour le 1}^{\text{er}} \text{ type: } D = 328 \text{ T. } \delta = \frac{328}{38.50 \times 5.00 \times 1.80} = 0.947.$$

$$\text{pour le second type: } D = 313 \text{ T. } \delta = \frac{313}{38.50 \times 5.00 \times 1.80} = 0.904.$$

(1) A l'enfoncement de 1.30 m., le déplacement réel et le coefficient de déplacement sont respectivement :

pour le 1^{er} type, 235 T. et 0.948; pour le second type 222 T. et 0.903.

A l'enfoncement de 1.60 m., les mêmes données deviennent respectivement :

pour le 1^{er} type 291 T. en 0.946; pour le second type, 277 T. et 0.903.

Un margotat mesurant, comme le second type, 38.64 m. de longueur entre perpendiculaires, 5.00 m. de largeur et 2.20 m. de hauteur au maître-couple, avec 0.40 m. de tonture, n'aurait plus que 293 tonnes de déplacement réel à l'enfoncement de 1.80 m. Le coefficient de déplacement atteindrait encore 0.893, mais la longueur à la flottaison se réduirait à 36.44 m.

2^{ème} SECTION.

EXPÉRIENCES FAITES SUR LE CANAL DE BOURGOGNE.

Les expériences ont été faites sur une portion rectiligne, de 1600 mètres de longueur, d'une section transversale un peu supérieure à la section légale des canaux français. Ainsi qu'on le sait, cette dernière comporte une largeur de 10.00 m. au plafond et de 16.00 m. au plan d'eau, avec 2.00 m. de mouillage, ce qui donne une surface mouillée de 26 mq. Sur la portion considérée du canal de Bourgogne, la surface mouillée du profil transversal est en moyenne de 29.53 mq.; elle ne dépasse pas 29.78 mq., au maximum, et ne s'abaisse pas au-dessous de 29.13 mq. au minimum; la régularité est donc aussi grande qu'on peut le désirer, Cette surface mouillée moyenne de 29.53 mq. correspond aux dimensions moyennes ci-dessous:

Largeur au plafond	8.30 m.
" " au plan d'eau	18.70 "
Mouillage	2.19 "

Les expériences ont porté sur neuf bateaux (Voir Pl. IV).

La péniche *Mascaret* semblable à la péniche *Dalila*; quatre flûtes, à savoir: *l'Avant-Garde* semblable à la flûte *Alma*, la *Jeanne* et la *Petite Jeanne* qui n'en diffèrent que par la longueur (1), le *Paulin* qui présente cette particularité d'avoir l'arrière carré comme les toues;

Deux toues, le *Gambetta* identique à la *Désirée* et le *Célestin* qui n'en diffère que par la longueur;

Le margotat *Suffren*:

Le bateau prussien *Remesch*.

Toutes les données relatives à ces bateaux aux divers enfoncements auxquels ils ont été expérimentés, sont consignées dans les tableaux ci-après, ainsi que les résistances à la traction pour des vitesses variant de 0.25 m. en 0.25 m. jusqu'à 1.25 m. inclusivement.

(1) Il importe cependant de noter que la *Petite-Jeanne* a l'arrière un peu plus effilé que les deux autres.

Dimensions des bateaux (partie immergée des coques).	Désignation des bateaux expérimentés.								
	Péni- ches.	Flûtes.				Toues.		Margo- tat.	Prin- sen.
		Mascaret.	Paulin.	Avant- Garde.	Jeanne.	Petite Jeanne.	Gambetta		
A l'enfoncement de 1.00 m.									
L. Longueur	38.17 m.	38.14 m.	37.52 m.	29.80 m.	24.26 m.	37.43 m.	29.60 m.	19.20 m.	33.70 m.
l. Largeur au maître-couple .	5.03 m.	5.02 m.	5.02 m.	5.01 m.	5.02 m.	5.02 m.	5.02 m.	5.00 m.	4.91 m.
Rapport $\frac{L}{l}$	7.59	7.60	7.47	5.95	4.83	7.46	5.90	3.84	6.86
δ . Coefficient de déplacement .	0.992	0.968	0.957	0.951	0.931	0.980	0.977	0.888	0.954
D. Déplacement	190 mc.	185 mc.	180 mc.	142 mc.	113 mc.	184 mc.	145 mc.	79 mc.	161 mc.
A l'enfoncement de 1.30 m.									
L. Longueur	38.25 m.	38.34 m.	37.70 m.	30.00 m.	24.50 m.	37.68 m.	29.85 m.	20.30 m.	34.10 m.
l. Largeur au maître-couple .	5.03 m.	5.02 m.	5.02 m.	5.01 m.	5.02 m.	5.02 m.	5.02 m.	5.00 m.	4.91 m.
Rapport $\frac{L}{l}$	7.60	7.63	7.51	5.99	4.88	7.51	5.95 m.	4.06	6.94
δ . Coefficient de déplacement .	0.990	0.966	0.954	0.946	0.927	0.978	0.973	0.818	0.955
D. Déplacement	247 mc.	242 mc.	235 mc.	185 mc.	148 mc.	241 mc.	190 mc.	108 mc.	208 mc.
A l'enfoncement de 1.60 m.									
L. Longueur	38.25 m.	38.39 m.	37.93 m.	30.17 m.	—	37.92 m.	30.09 m.	—	—
l. Largeur au maître-couple .	5.03 m.	5.02 m.	5.02 m.	5.01 m.	—	5.02 m.	5.02 m.	—	—
Rapport $\frac{L}{l}$	7.60	7.64	7.56	6.02	—	7.55	5.99	—	—
δ . Coefficient de déplacement .	0.988	0.963	0.950	0.944	—	0.972	0.968	—	—
D. Déplacement	304 mc.	297 mc.	290 mc.	228 mc.	—	297 mc.	234 mc.	—	—
A l'enfoncement de 1.80 m.									
L. Longueur	—	38.50 m.	—	—	—	—	—	—	—
l. Largeur au maître-couple .	—	5.02 m.	—	—	—	—	—	—	—
Rapport $\frac{L}{l}$	—	7.67	—	—	—	—	—	—	—
δ . Coefficient de déplacement .	—	0.960	—	—	—	—	—	—	—
D. Déplacement	—	334 mc.	—	—	—	—	—	—	—

Résistance totale à la traction.	Désignation des bateaux expérimentés.								
	Péni- che.	Flûtes.				Toues.		Margo- tat.	Bateau prussien.
	Mascaret.	Paulin.	Avant- Garde.	Jeanne.	Petite Jeanne.	Gambetta	Célestin.	Suffren.	Remesch.
<i>A l'enfoncement de 1.00 m.</i>									
la vitesse par seconde de:	0.25 m.	22 k.	16 k.	16 k.	16 k.	15 k.	16 k.	16 k.	13 k.
	0.50 m.	73 k.	50 k.	48 k.	47 k.	44 k.	46 k.	46 k.	34 k.
	0.75 m.	163 k.	112 k.	106 k.	103 k.	96 k.	100 k.	100 k.	69 k.
	1.00 m.	296 k.	203 k.	191 k.	185 k.	172 k.	178 k.	178 k.	118 k.
	1.25 m.	510 k.	350 k.	327 k.	314 k.	292 k.	300 k.	300 k.	196 k.
<i>A l'enfoncement de 1.30 m.</i>									
la vitesse par seconde de:	0.25 m.	33 k.	23 k.	22 k.	22 k.	21 k.	22 k.	22 k.	17 k.
	0.50 m.	114 k.	76 k.	70 k.	70 k.	66 k.	68 k.	68 k.	53 k.
	0.75 m.	256 k.	173 k.	156 k.	155 k.	146 k.	150 k.	150 k.	112 k.
	1.00 m.	469 k.	320 k.	284 k.	282 k.	263 k.	272 k.	272 k.	197 k.
	1.25 m.	807 k.	561 k.	491 k.	487 k.	451 k.	469 k.	469 k.	335 k.
<i>A l'enfoncement de 1.60 m.</i>									
la vitesse par seconde de:	0.25 m.	43 k.	33 k.	32 k.	32 k.	—	32 k.	32 k.	—
	0.50 m.	172 k.	117 k.	112 k.	111 k.	—	109 k.	108 k.	—
	0.75 m.	415 k.	271 k.	258 k.	255 k.	—	249 k.	247 k.	—
	1.00 m.	860 k.	506 k.	481 k.	475 k.	—	463 k.	456 k.	—
	1.25 m.	1687 k.	892 k.	845 k.	834 k.	—	811 k.	792 k.	—
<i>A l'enfoncement de 1.80 m.</i>									
la vitesse par seconde de:	0.25 m.	—	43 k.	—	—	—	—	—	—
	0.50 m.	—	172 k.	—	—	—	—	—	—
	0.75 m.	—	410 k.	—	—	—	—	—	—
	1.00 m.	—	800 k.	—	—	—	—	—	—
	1.25 m.	—	1487 k.	—	—	—	—	—	—

Influence de la longueur.

Si on rapproche les résultats obtenus aux différents enfoncements: d'une part, avec les flûtes *Avant-Garde*, *Jeanne* et *Petite Jeanne* d'autre part, avec les toues *Gambetta* et *Célestin*, on arrive à cette conclusion que sur le canal comme sur la Seine, la *Résistance totale* d'un même type est indépendante de la longueur, du moins dans les limites et dans les conditions où ont été faites nos expériences.

Pour les deux toues, l'identité des résultats obtenus peut être considérée comme absolue; la plus grande différence constatée, celle entre les résis-

tances à la vitesse de 1.25 m. avec l'enfoncement de 1.60 m., ne dépasse pas 19 kilogrammes en valeur absolue et 2.3 % en valeur relative.

Pour les deux flûtes *Avant-Garde* et *Jeanne* il en est sensiblement de même. La plus grande différence constatée, à la vitesse de 1.25 m. avec l'enfoncement de 1.00 m., est de 13 kil. en valeur absolue et de 4 % en valeur relative.

Entre les deux flûtes *Avant-Garde* et *Petite Jeanne*, les différences de résistance sont plus importantes. A tous les enfoncements et à toutes les vitesses, on constate une diminution au profit de la *Petite Jeanne* et cette diminution est notable; elle arrive dans un cas à dépasser 10 % en valeur relative. Assurément, il n'y aurait rien de surprenant à ce que les limites dans lesquelles la *Résistance totale* d'un même type est indépendante de la longueur, ne fussent pas les mêmes en canal et en rivière, mais dans l'espèce la diminution de la résistance constatée pour la *Petite Jeanne* peut très bien s'expliquer par le fait signalé plus haut que cette flûte a l'arrière un peu plus effilé que les deux autres.

L'influence des formes de l'arrière paraît en effet considérable; elle est bien mise en évidence par la comparaison des résultats obtenus avec les deux flûtes *Paulin* et *Avant-Garde*. Ces deux bateaux ainsi que nous l'avons déjà signalé, diffèrent en ce que l'arrière du *Paulin* est carré tandis que la poupe de l'*Avant-Garde* est légèrement façonnée suivant l'usage du type normal des flûtes; cela suffit pour assurer à cette dernière un notable avantage.

Influence des formes.

Pour faire une comparaison qui porte à la fois sur tous les types caractéristiques, nous avons dû considérer l'enfoncement de 1,30 m., enfoncement maximum auquel aient pu être expérimentés le margotat et le bateau prussien. Dans le tableau ci-après qui donne tous les éléments de cette comparaison, nous n'avons d'ailleurs mis en ligne qu'une seule flûte, l'*Avant-Garde* qui est du type normal et une seule toue, le *Gambetta*. Enfin, pour avoir des chiffres parfaitement comparables, notamment en ce qui concerne le déplacement et la résistance par tonne de déplacement, nous avons ramené tous les bateaux mis en parallèle à la même longueur. D'après ce que nous avons dit plus haut sur l'influence de la longueur, nous avons tout lieu de nous croire autorisé à procéder ainsi.

Dimensions des bateaux et résistances à la traction.	Désignation des bateaux.				
	Péniche.	Flûte.	Toue.	Margotat.	Bateau prussien.
<i>Dimensions de la partie immergée.</i>					
L. Longueur	38.25 m.	38.25 m.	38.25 m.	38.25 m.	38.25 m.
l. Largeur au maître-couple . . .	5.03 m.	5.02 m.	5.02 m.	5.00 m.	4.91 m.
Rapport $\frac{L}{l}$	7.60	7.62	7.62	7.65	7.79
t. Enfoncement	1.30 m.	1.30	1.30 m.	1.30 m.	1.30
d. Coefficient de déplacement . . .	0.990	0.954	0.979	0.903	0.940
D. Déplacement	247 mc.	238 mc.	244 mc.	225 mc.	230 mc.
<i>Résistance totale à la vitesse de:</i>					
0.25 m. par seconde	33 k.	22 k.	22 k.	17 k.	17 k.
0.50 m. d°.	114 k.	70 k.	68 k.	53 k.	54 k.
0.75 m. d°.	256 k.	156 k.	150 k.	112 k.	119 k.
1.00 m. d°.	469 k.	284 k.	272 k.	197 k.	215 k.
1.25 m. d°.	807 k.	491 k.	469 k.	335 k.	370 k.
<i>Résistance par mètre cube (ou tonne) de déplacement à la vitesse de:</i>					
0.25 m. par seconde	0.134 k.	0.092 k.	0.090 k.	0.076 k.	0.074 k.
0.50 m. d°.	0.462 k.	0.294 k.	0.279 k.	0.236 k.	0.235 k.
0.75 m. d°.	1.036 k.	0.655 k.	0.615 k.	0.498 k.	0.517 k.
1.00 m. d°.	1.899 k.	1.193 k.	1.115 k.	0.876 k.	0.935 k.
1.25 m. d°.	3.267 k.	3.063 k.	1.922 k.	1.489 k.	1.609 k.
Résistance à la vitesse de 1 m. par mètre carré de section immergée au maître-couple	71.7 k.	43.5 k.	41.7 k.	30.3 k.	33.7 k.

Si, conformément à ce que nous avons dit plus haut sur les inconvénients particuliers du margotat, nous le mettons de côté malgré ses avantages apparents, on voit que le bateau prussien conserve, en canal, la supériorité qui lui avait été reconnue en rivière. Nous sommes donc fondé à penser que les bateaux dont les extrémités seraient façonnées en forme de *cullier* (Pl. V.) sont à recommander, aussi bien pour la navigation sur les canaux que pour la navigation sur les rivières.

Sur ces dernières, où le remorquage se fait généralement au moyen de bateaux à vapeur, on peut limiter la puissance développée par le moteur à l'effort strictement nécessaire pour la traction des bateaux remorqués. Sur les canaux, au contraire, les bateaux, isolés, sont généralement halés par des animaux qui constituent un moteur à puissance

invariable. Pour utiliser complètement cette puissance, on serait conduit à faire varier la vitesse. Le plus souvent, les chevaux sont réunis deux par deux sous la conduite d'un charretier. Ces chevaux marchent au pas à une vitesse qui varie nécessairement, mais dans des limites assez étroites. D'après certains renseignements précis, nous évaluons à 117 kilogrammètres par seconde le travail continu que peut produire une paire de chevaux, dans ces conditions. Il est très aisé de déterminer sur la courbe de résistance totale de chaque bateau la vitesse pour laquelle le produit de la vitesse par la résistance est égal à 117 kilogrammètres.

Pour les différents bateaux repris dans le tableau ci-dessus (enfouissement de 1,30 m.) cette vitesse est respectivement:

Péniche	0.64 m.
Flûte	0.75 "
Toue	0.76 "
Bateau prussien	0.83 "

L'adoption des formes de moindre résistance permettrait donc de réaliser, par rapport à la péniche, une augmentation de vitesse de 30 % environ. Il est d'ailleurs certain que l'adoption de ces formes aurait aussi pour résultat d'abréger le temps des éclusages.

Comparaison de la résistance en canal avec la résistance en rivière.

En passant d'une rivière dont la section peut être considérée comme indéfinie à un canal dont la section est au contraire très limitée, la résistance à la traction augmente naturellement dans des proportions considérables. On peut en juger par le tableau suivant où sont consignés les efforts, constatés, dans l'un et l'autre cas, pour différents enfouissements, aux vitesses de 0.50 m. et de 1 m. par seconde qui paraissent être les limites extrêmes des vitesses pratiquées et praticables sur nos canaux. Nous appelons:

Ω , la section mouillée du canal;

ω , la section immergée du bateau au maître-couple;

R , la résistance totale à la traction en canal;

r , la résistance totale à la traction en rivière;

$\frac{R}{r}$ est le rapport de ces deux résistances correspondant au rapport

$\frac{\Omega}{\omega}$ des sections.

Enfoncements et Désignation des bateaux.	Ω	ω	$\frac{\Omega}{\omega}$	à la vitesse de 0.50 m.			à la vitesse de 1.00 m.		
				R.	r .	$\frac{R}{r}$.	R.	r .	$\frac{R}{r}$.
<i>Enfoncement de 1.60 m.</i>									
Péniche	29.53 mq.	8.05 mq.	3.67	172 k.	102 k.	1.69	860 k.	301 k.	2.86
Flûte	29.53 mq.	8.03 mq.	3.68	112 k.	54 k.	2.07	481 k.	162 k.	2.97
Toue	29.53 mq.	8.03 mq.	3.68	109 k.	44 k.	3.48	463 k.	126 k.	3.67
<i>Enfoncement de 1.30 m.</i>									
Flûte	29.53 mq.	6.53 mq.	4.52	70 k.	44 k.	1.59	284 k.	143 k.	1.99
Bateau prussien	29.53 mq.	6.38 mq.	4.62	54 k.	22 k.	2.45	215 k.	80 k.	2.69
Margotat	29.53 mq.	6.50 mq.	4.54	53 k.	21 k.	2.52	197 k.	67 k.	2.94
<i>Enfoncement de 1.00 m.</i>									
Flûte	29.53 m ² .	5.02 m ² .	5.88	48 k.	39 k.	1.23	191 k.	129 k.	1.48

On voit d'abord que pour une même valeur du rapport $\frac{\Omega}{\omega}$ l'accroissement de résistance, en passant de la rivière dans le canal, a été d'autant plus grand que la résistance du bateau en rivière était moindre. *Le bénéfice des formes est moins important en canal qu'en rivière.*

Il y a lieu de remarquer aussi avec quelle rapidité le rapport des résistances, $\frac{R}{r}$, décroît lorsque le rapport des sections, $\frac{\Omega}{\omega}$ augmente. Ainsi pour la flûte, on relève les résultats suivants :

Enfoncement.	Rapport des sections, $\frac{\Omega}{\omega}$	Rapport des résistances $\frac{R}{r}$	
		vitesse de 0.50 m.	vitesse de 1.00 m.
1.60 m.	3.68	2.07	2.97
1.30 m.	4.52	1.59	1.99
1.00 m.	5.88	1.23	1.48

Cette question du rapport des sections est assurément d'une importance capitale, mais nous ne sommes pas encore en mesure de la discuter complètement. Nous voyons bien par l'exemple ci-dessus comment l'augmentation de résistance varie pour un même canal et un même

bateau lorsque le tirant d'eau de ce dernier et, par conséquent, sa section immergée au maître-couple varient, Il nous faut encore et surtout savoir comment la résistance d'un même bateau avec un tirant d'eau constant varie, en passant d'un canal à un autre de section différente. Nous comptons faire dans les cours de la présente campagne les expériences nécessaires pour tirer la chose au clair.

B. DE MAS.

Paris, le 26 Avril 1894.

ANNEXE I.

Résolutions votées par le Congrès de Paris, en ce qui concerne la Traction sur les voies navigables.

„1^o. Il serait très désirable que l'on recherchât expérimentalement la „répartition des efforts de traction dans les différents biefs des rivières „canalisées en s'inspirant de la méthode appliquée dans les expériences „actuellement poursuivies dans la Basse-Seine par M.M. CAMÉRÉ et CLERC, „et dont il a été rendu compte par M. CAMÉRÉ dans son rapport.

„2^o. Considérant que le halage funiculaire constituerait une solution „pratique de la traction sur les canaux à grand trafic, sans les effets du „vrillage du câble qui subsistent encore quelquefois malgré les pré- „cautions prises pour le prévenir, la Section émet le vœu que les „expériences de Saint-Maur d'une part et celles du canal de l'Oder à „la Sprée d'autre part soient continuées dans le but spécial d'étudier „les causes du vrillage et surtout de compléter le remède aux effets „d'entraînement qu'il peut encore exercer sur les remorques des bateaux.

„3^o. La Section émet le vœu, que, outre les expériences sur le halage „funiculaire, il en soit fait également sur l'emploi du système de touage „électrique inventé et exposé par M. DE BOVET.

„4^o. Il est à désirer que tout bateau soit le plus-tôt possible pourvu „d'un document officiel faisant connaître, pour les différentes vitesses „relatives, sa résistance à la traction.

„5^o. La Section appréciant la portée considérable des expériences „entreprises par M. DE MAS émet le vœu que ces expériences soient pour- „suivies dans tous les détails qu'elles comportent, notamment en ce „qui concerne l'influence de l'état des surfaces sur la résistance à la „traction.

„6^o. La Section émet le vœu que la question de la meilleure organisation „économique de la traction sur les voies navigables soit soumise au „prochain Congrès.”

ANNEXE II.

Touage en rivière.

Compagnie de touage et transports de la Seine de
Conflans à la mer (a).

Cette Compagnie fait le service entre Conflans (embouchure de l'Oise)
et Rouen (171 km.).

(a) Renseignements fournis par M. CARIMANTRAND, administrateur délégué de la C^{ie}.

Elle possède huit toueurs, construits sur le même type, et ayant les dimensions ci après:

Longueur	40.50 m.
Largeur hors ceinture	6.30
Creux au milieu	2.30
Déplacement en service	200 tonnes environ.
Puissance de la machine	120 chevaux.

Ces toueurs peuvent traîner 4 à 5000 tonnes de poids utile.

A l'aide d'un système de débrayage, on peut faire deux vitesses; la machine tournant à 60 ou 70 tours donne 4 km. à l'heure sur la petite vitesse et 6 à 7 km. sur la grande.

Les toueurs sont munis d'hélices permettant de remorquer en liberté.

Chaque toueur parcourt la distance entière, sans troquage; l'échange de la chaîne avec les toueurs descendants se fait en enlevant un nabot; ces nabots sont espacés d'environ 100 m. sur la chaîne; l'opération demande 25 à 30 minutes.

Compagnie anonyme de touage de la Basse Seine et de l'Oise (a).

Cette Compagnie exploite la rivière d'Oise, et la Seine entre Conflans (embouchure de l'Oise) et l'écluse de la Monnaie, à Paris.

Elle possède 7 toueurs, dont les dimensions sont:
pour 5 toueurs:

Longueur	32.00 m.
Largeur hors ceinture	5.80
Tirant d'eau	1.20

pour les deux autres toueurs:

Longueur	42.00 m.
Largeur hors ceinture	5.80
Tirant d'eau	0.90
Puissance indiquée.	110 chevaux.

En hautes eaux (barrages couchés) ces toueurs peuvent traîner 5 péniches (1400 tonnes utiles) avec une vitesse absolue de 3½ km.

En bonnes eaux d'été, la charge des toueurs pourrait être triplée, mais généralement les trains complets ne comportent que 12 péniches (3400 tonnes) et marchent à 4½ km.

En outre, dans le courant de l'année 1892, la Compagnie a installé le touage magnétique, décrit précédemment.

Compagnie du touage de la Haute-Seine. (b)

Cette Compagnie exploite la section de la Seine comprise entre l'écluse

(a) Renseignements fournis par M. DE BOVET, Directeur de la Cie.

(b) Renseignements fournis par M. LASMOLLES, Directeur de la Cie.

de la Monnaie, à Paris, et Montereau, sur une longueur de 105 kilomètres.

Les toueurs ont les dimensions d'après :

Longueur	30.00 m.
Largeur	8.00 m.
Tirant d'eau	0.60
Puissance environ	35 chevaux.
Charge maxima	1200 tonnes utiles environ.
Vitesse	4 km. à l'heure.

Depuis quelques années, l'exploitation se fait de jour et de nuit.

La Compagnie possède en outre trois remorqueurs à hélice, de 150, 178 et 200 chevaux.

Compagnie générale de navigation Havre-Paris-Lyon-Marseille. (a)

Toueur employé sur l'Yonne.

Longueur	26.00 m.
Largeur	5.00 m.
Tirant d'eau	0.900 m.

Puissance de la machine : 50 à 75 K. sur les pistons.

Charge habituelle : 3 bateaux flûtes ou toues de 38 m. et un de 30 m., formant un tonnage de 5 à 600 T.

Consommation de combustible : 45 K. environ à l'heure.

Vitesse à la remonte : 5 kilom. environ à l'heure.

ANNEXE III.

Remorquage en rivière.

Société anonyme des Messageries nationales. (b)

Cette Société fait le service de la Seine, entre Paris et le Havre ; elle transporte principalement des vins.

Son matériel se compose de 4 remorqueurs, de 4 porteurs-remorqueurs, et de 20 bateaux porteurs.

Les remorqueurs ont une puissance allant jusqu'à 300 chevaux indiqués.

Les porteurs-remorqueurs comportent un tonnage de 300 tonneaux et une puissance de 200 chevaux ; ils sont munis d'un water ballast.

Les bateaux-porteurs sont d'échantillons variés ; les plus grands sont en fer, d'une longueur de 55 m. et d'un tonnage utile de 750 tonneaux.

(a) Renseignements fournis par M. le Administrateur délégué de la C^{ie}.

(b) Renseignements fournis par M. BABIN, Secrétaire du Conseil d'Administration de la Société.

**Compagnie générale de navigation Havre-Paris-
Lyon-Marseille. (a)**

Remorqueurs en Haute-Seine de Paris à Montereau.

La Compagnie possède deux types de remorqueurs :

1^{er} Type.

Longueur	24 à 26 m.	} 1 Hélice.
Largeur	4.20 m. à 5 m.	
Tirant d'eau	1.800 m. à 2.200 m.	

Puissance de la machine : 130 à 170 chevaux indiqués.

Charge habituelle à la remonte : 4 à 8 flûtes ou toues (30 à 38 m.), selon l'état des eaux, formant un tonnage de 4 à 700 T.

Consommation de charbon : 120 à 160 K. à l'heure.

Vitesse à la remonte : 3 à 6 kilom. à l'heure.

2^e Type.

Longueur	27.00 m.	} 2 Hélices.
Largeur	5.00 m.	
Tirant d'eau	2 m. à 2.200 m.	

Charge habituelle à la remonte : 4 chalands pouvant porter de 800 à 1500 T. suivant l'état des eaux.

Consommation de combustible : 250 à 300 K. à l'heure.

Vitesse à la remonte : 3 à 6 Km. à l'heure.

En Haute-Seine et sur l'Yonne, les convois en remonte sont formés, depuis que la traction mécanique existe, nez-sur-cul, c'est-à-dire l'avant des bateaux serrés sur l'arrière du précédent; le premier bateau seul, se trouve à environ 50 m. de longueur de remorque.

Navigation sur la Garonne. (b)

Dans la partie supérieure du cours de la Garonne, les bateaux sont halés à la remonte, et se laissent dériver à la descente; quelquefois, ils se font remorquer jusqu'à la Réole.

Entre Castets et Bordeaux (54 Km.) il existe des services réguliers de remorquage; les remorqueurs traînent jusqu'à 20 et 25 bateaux. La descente se fait le plus souvent à la voile ou à la dérive. Quand le vent et la marée sont favorables, certains bateaux remontent à la voile.

Le matériel de navigation usité sur la Garonne peut se rapporter à 4 types.

- 1^o. Bateaux ordinaires, affectés au transport des marchandises;
- 2^o. Remorqueurs à vapeur;
- 3^o. Bateaux à vapeur porteurs;
- 4^o. Bateaux à vapeur pour voyageurs.

(a) Renseignements fournis par M. le Administrateur délégué de la Compagnie.

(b) Renseignements fournis par MM. CRAHAY DE FRANCHIMONT, Ingénieur en Chef, SENTILLIÉS et KAUFFMANN, Ingénieurs des Ponts et Chaussées.

Nous ne parlerons ici que des deux premières catégories; les deux dernières seront décrites dans l'Annexe IV.

Bateaux ordinaires.

Ils sont à quille ou à fond plat; ils naviguent à la voile, à la rame ou se font remorquer. Les principaux types avec leurs dimensions, sont indiqués au tableau ci-après :

Noms des types des bateaux.	Dimensions les plus ordinaires.			Tonnage moyen.	Part proportionnelle de chaque type.
	Longueur.	Largeur.	Creux.		
1° Bateaux à quille.					
1. Gabare	16.00 m.	5.30 m.	1.80 m.	45	15 %.
2. Sloop	14.50 "	5.00 "	1.80 "	45	10 %.
3. Yole dite de commission.	9.00 "	2.50 "	1.10 "	—	5 %.
2° Bateaux à fond plat.					
4. Coureau	18.00 "	5.50 "	1.80 "	55	15 %.
5. Cotrillon	25.00 "	5.00 "	2.00 "	145	15 %.
6. Sapine non pontée . .	25.00 "	5.00 "	1.60 "	130	30 %.
7. Poste pontée	25.00 "	5.00 "	1.60 "	90	10 %.
					100 %.

Avec vent arrière, les bateaux à fond plat font jusqu'à 13 km. à l'heure avec le courant et 5 km. contre le courant; dans ces conditions, les bateaux à quille ont une vitesse moindre, mais ils reprennent l'avantage avec vent debout.

Le trajet de Castets à Bordeaux (54 km.) suivant les circonstances, demande de 5 à 24 heures. Le voyage à la remonte est, en général beaucoup plus long; mais avec la remorque à vapeur, il se fait en 5 à 9 heures.

Remorqueurs à vapeur.

Cinq bateaux à vapeur sont exclusivement affectées au remorquage, mais suivant les besoins, le même service est fait par les porteurs et d'autres bateaux à vapeur appartenant à des particuliers ou à des entrepreneurs de dragages et de travaux publics; de sorte que, dans les moments de presse, le commerce peut disposer d'environ 23 appareils de remorquage à vapeur, dont 11 à hélice et 12 à roues.

Ceux de ces bateaux qui ne font que le remorquage sont en fer. Leurs dimensions sont très variables; celles des remorqueurs à roues sont comprises entre les limites ci-après :

Longueur	28.00 m. à 64.00 m.
Largeur	4.30 m. à 6.00 m.
Tirant d'eau	0.70 à 1.80
Puissance	20 à 800 chevaux.

Les fig. 1 et 2, Pl. III, représentent deux de ces bateaux.

Le Gilbert a 64 m. de long et une puissance de 160 chevaux.

L'Amand Dumeau a 55 m. de long, 6 m. de large, 0,70 m. de tirant d'eau et 800 chevaux de puissance.

Les remorqueurs à hélice sont plus petits (longueur 15 à 20 m.) et de moindre puissance (75 à 100 chevaux).

ANNEXE IV.

Porteurs à vapeur et bateaux pour voyageurs.

Navigation sur la Garonne. (a)

Bateaux à vapeur porteurs. Ces bateaux transportent des marchandises; à la descente ils donnent la remorque aux bateaux ordinaires. Leur coque est en fer; les roues à aubes sont placées à l'arrière et ne débordent pas sur la largeur de la coque, de manière à permettre la navigation sur les canaux.

Ils sont au nombre de neuf. Ils mettent 6 à 8 heures pour remonter de Bordeaux à Castets (54 km.) et environ 4 heures pour descendre.

Leurs dimensions sont les suivantes:

Longueur	27.25 m. à 30.00 m.
Largeur	3.65 m. à 5.40 m.
Tirant d'eau à vide	0.60 à 0.82
" à charge	1.20 à 1.95
Puissance indiquée	20 à 30 chevaux.
Tonnage moyen	80 tonnes.

Bateaux à vapeur pour voyageurs.

Il existe sur la Garonne, en amont de Bordeaux, plusieurs services réguliers de voyageurs, s'étendant de Bordeaux à Agen, à la Réole, à Castets, à Paillet. Ils sont faits par la Compagnie Gironde et Garonne.

Ces bateaux sont tous du même type; ils sont en fer, très longs, peu larges, et ne calent que de 0.55 m. à 0.70 m. La machine est au milieu de de la longueur et commande directement les roues motrices placées sur les côtés. Ces bateaux contiennent deux chambres pour les voyageurs l'une à l'avant, l'autre à l'arrière. Les voyageurs peuvent aussi se placer sur toute la longueur du pont, où des chaises et des bancs sont mis à leur disposition.

Les dimensions et la puissance de la plupart de ces bateaux sont à peu près semblables.

(a) Voir plus haut, Annexe III.

La longueur est de 52.80 m. à 52.60 m., la largeur de 3.70 m. à 4 m., la puissance de 36 à 70 chevaux et la vitesse de 12 à 15 kilomètres à l'heure. (Voir Pl. III fig. 3).

Deux bateaux, plus spécialement affectés au service d'Agen, les „Lot et Garonne n° 1 et 2” méritent une mention spéciale. Ils réalisent, en effet, comme vitesse et aménagement, un progrès très considérable.

Ces bateaux, dont les dimensions et dispositions sont semblables, sont en fer et à aubes. Le n° 1 a été mis en service en 1890 et le n° 2 en 1891.

Ils ont les dimensions suivantes: longueur 64.60 m., largeur 3 m. et un tirant d'eau sous charge de 0.70 m.

Les coques ont été construites dans les chantiers de M. LABAT, ingénieur constructeur, à Bordeaux.

Les machines, du système Compound, à deux chaudières, ont été construites dans les ateliers de M. SÂTRE, à Lyon. Leur force est de 320 chevaux. Ces machines brûlent exclusivement du Cardiff.

La vitesse des „Lot et Garonne” est bien supérieure à celle de tous les autres bateaux qui naviguent en amont de Bordeaux. Elle atteint 25 kilomètres à l'heure.

Ces grandes vitesses, si favorables à la facilité des communications, ne laissent pas que de présenter des inconvénients au point de vue de la conservation des berges du cours d'eau; elles imposent en outre des précautions sérieuses si l'on ne veut causer des avaries à la batellerie ordinaire.

Autrefois on mettait, pour franchir la distance de 160 kilomètres comprise entre Bordeaux et Agen, 13 heures à la montée et 11 heures à la descente; on ne met plus maintenant que 8 heures $\frac{1}{2}$ à la remonte et 7 heures à la descente, bien que les vapeurs aient à desservir 38 escales, et que certains de leurs arrêts soient fort longs, par suite de la grande quantité de marchandises embarquées ou débarquées dans certaines localités importantes.

Les bateaux dont il s'agit sont aménagés confortablement. Ils ont des chambres à l'avant et à l'arrière, un salon, des promenoirs et peuvent transporter jusqu'à 500 voyageurs chacun.

L'équipage se compose de: 1 patron, 2 mécaniciens, 4 chauffeurs, 1 soutier, 1 comptable, un facteur, 4 marins et 1 mousse.

Un service très actif de voyageurs est fait, dans la banlieue de Bordeaux, par de petits steamers à hélice (Gondoles et Mironnelles). Ces bateaux ont 15 à 23 m. de longueur, 3,20 m. à 5 mètres de largeur, un tirant d'eau de 1,05 m. à 1,65 et une force de 12 à 50 chevaux.

Leur vitesse est en moyenne de 12 kilomètres à l'heure. Ils transportent de 75 à 120 voyageurs.

ANNEXE V.

Navigation sur les canaux.

Société anonyme de navigation sur les canaux du Centre (a).

La Société exploite principalement la ligne de Paris à Roanne, celle de Paris à Lyon, par le Centre, et le canal du Berry. La traction des bateaux est faite par des animaux, et de préférence par des ânes.

Le matériel est du petit gabarit, les voies parcourues n'ayant pas encore partout le gabarit réglementaire. Les bateaux ont 30,50 m. de long, 5,05 m. de large, ils tirent 1,40 m. et peuvent porter 150 tonnes. La Société en possède 240. La vitesse de parcours est d'environ 15 km. en 24 heures.

Canal latéral à la Loire (b).

Les bateaux berrichons, constituant les $\frac{2}{3}$ des bateaux qui fréquentent le canal, sont halés par leur propriétaire, aidé d'un ou deux ânes et souvent des enfants.

Les grands bateaux sont halés par deux hommes seuls ou aidés d'un âne ou d'un mulet.

La vitesse des bateaux oscille autour de 1800 m. à charge et de $2\frac{1}{2}$ km. à vide.

Pour un grand bateau portant 150 tonnes de bois, les prix de la traction entre Nevers et St Mammès (208 km.), aller à charge et retour à vide compris, peut être évalué à 0,466 m. par tonne kilométrique utile, le prix du fret étant en général de 1,70 cm.

Pour les bateaux berrichons, qui ne portent que 65 à 80 tonnes, les frais de traction, dans les mêmes conditions peuvent être évalués à 0,51 cm., le prix du fret étant de 1 cm. environ.

(a) Renseignements fournis par M. VOLAND, Directeur de la Société, le mémoire que nous a remis M. VOLAND comporte en outre des indications d'un grand intérêt relativement aux origines et à l'organisation de la navigation sur les voies du Centre de la France; nous n'avons pas à les résumer dans le présent rapport, dont l'objet est absolument spécialisé, mais nous les tenons à la disposition de nos collègues.

(b) Renseignements fournis par M. MAZOYER, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées et CLERY, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

TABLE DES MATIÈRES.

I^{re} PARTIE.

	Page.
Procédés de traction et de propulsion	3
Traction sur les canaux	3
Porteurs	4
Halage funiculaire	4
Halage magnétique	4
Touage électrique du canal de Bourgogne	5
Traction et propulsion sur les rivières	11
Navigation par convois	11
Touage par adhérence magnétique	13
Procédés divers de traction	16
Navigation sur le Rhône	16
Bateaux pour voyageurs	17
Conclusions	18
Rivières	18
Canaux	19
Propositions à soumettre au Congrès	20

II^{ème} PARTIE.

Influence de la forme des bateaux et de l'état de leur surface sur la résistance à la traction	21
1 ^{re} Section. — <i>Expériences faites en Seine</i>	21
Influence de la surface	21
Influence de la longueur	24
Influence des formes	25
2 ^{de} Section — <i>Expériences faites sur le Canal de Bourgogne</i>	29
Influence de la longueur	31
Influence des formes	32
Comparaison de la résistance en canal avec la résistance en rivière	34

ANNEXES.

Annexe I. — <i>Résolutions votées par le Congrès de Paris en ce qui concerne la traction sur les voies navigables</i>	37
Annexe II. — <i>Touage en rivière</i>	37
Compagnie de touage et transports de la Seine de Conflans à la mer	37
Compagnie anonyme de touage de la Basse-Seine et de l'Oise	38

	Page.
Compagnie du touage de la Haute-Seine	38
Compagnie générale de navigation Havre—Paris—Lyon—Marseille	39
Annexe III. — Remorquage en rivière	39
Société anonyme des Messageries nationales	39
Compagnie générale de navigation Havre—Paris—Lyon—Marseille	40
Navigation sur la Garonne	40
Bateaux ordinaires	41
Remorqueurs à vapeur	41
Annexe IV. — Navigation sur la Garonne. — Bateaux à vapeur porteurs. —	
<i>Bateaux à vapeur pour voyageurs</i>	42
Annexe V. — Navigation sur les canaux	44
Société anonyme de navigation sur les canaux du Centre	44
Canal latéral à la Loire	44

Inscriptions des Planches. Inschriften der Zeichnungen. Description of Plates.

PLANCHE I.	BLATT I.	PLATE I.
Toueur-Remorqueur „l'Ampère", Système de BOVET.	Kettenschleppdampfer „Ampère", System BOVET.	The tug „Ampère". BOVET's system.
p. 1. Elévation.	Fig. 1. Vollansicht.	Fig. 1. Elevation.
p. 2. Coupe longitudinale.	Fig. 2. Längsschnitt.	Fig. 2. Longitudinal section.
p. 3. Coupe transversale par la chambre de la machine.	Fig. 3. Querschnitt durch den Ma- schinenraum.	Fig. 3. Transverse section through the engine room.
p. 4. Coupe transversale en avant de la poulie toueuse.	Fig. 4. Querschnitt vor der Tauer- rolle.	Fig. 4. Transverse section in front of the pulley of the sunken chain.
p. 5. Mécanisme du touage.	Fig. 5. Einrichtung des Ketten- zuges.	Fig. 5. Mechanism of the sunken chain.
p. 6. Poulie toueuse. Coupe de la jante.	Fig. 6. Tauerrolle. Felgenschnitt.	Fig. 6. Pulley of the sunken chain. Section of the fellow.
p. 7. Appareil d'entrée du puits.	Fig. 7. Apparat zum Einwurf der Kette.	Fig. 7. Apparatus for receiving the chain.
p. 8. Frein réglable.	Fig. 8. Regulirbare Bremse.	Fig. 8. Regulating brake.
PLANCHE II.	BLATT II.	PLATE II.
teaux Express.	Eilboote.	Express boats.
gnes de construction.	Constructionslinien.	Building lines.
ature.	Heck.	Clippings.
at-bord.	Dahlbord.	Gun-wale.
vis.	Besteck.	Dimensions.
sudière avec eau.	Kessel mit Wasser.	Boiler with water.
ue.	Rumpf.	Hull.
cessoires du Pont.	Deckzubehör.	Accessories of the bridge.
énagement.	Einrichtung.	Fittings.
yageurs.	Reisende.	Passengers.
ers.	Verschiedenes.	Sundries.
ant d'eau moyen.	Mittlerer Tiefgang.	Mean draught.
dessus de la ligne 0.	Ueber der Nulllinie.	Above the zero line.
issance développée par la machine.	Kraft der Maschine.	Power of the engine.
face de la chaudière.	Kesselfläche.	Surface of the boiler.
" " grille.	Rostfläche.	" " " grate.
mètre de l'hélice.	Schraubendurchmesser.	Diameter of the screw.
irs.	Umdrehungen.	Revolutions.
PLANCHE III.	BLATT III.	PLATE III.
Navigation sur la Garonne.	Schiffahrt auf der Garonne.	Navigation on the Garonne.
. 1 et 2. Remorqueur.	Fig. 1 u. 2. Schleppdampfer.	Figs. 1 and 2. Tug.
. 3. Bateaux a voyageurs.	Fig. 3 Personendampfer.	Fig. .3 Passenger boat.



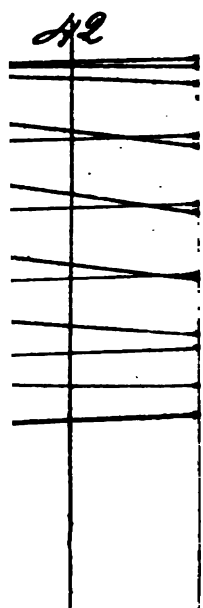
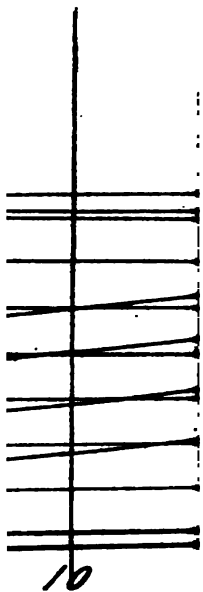
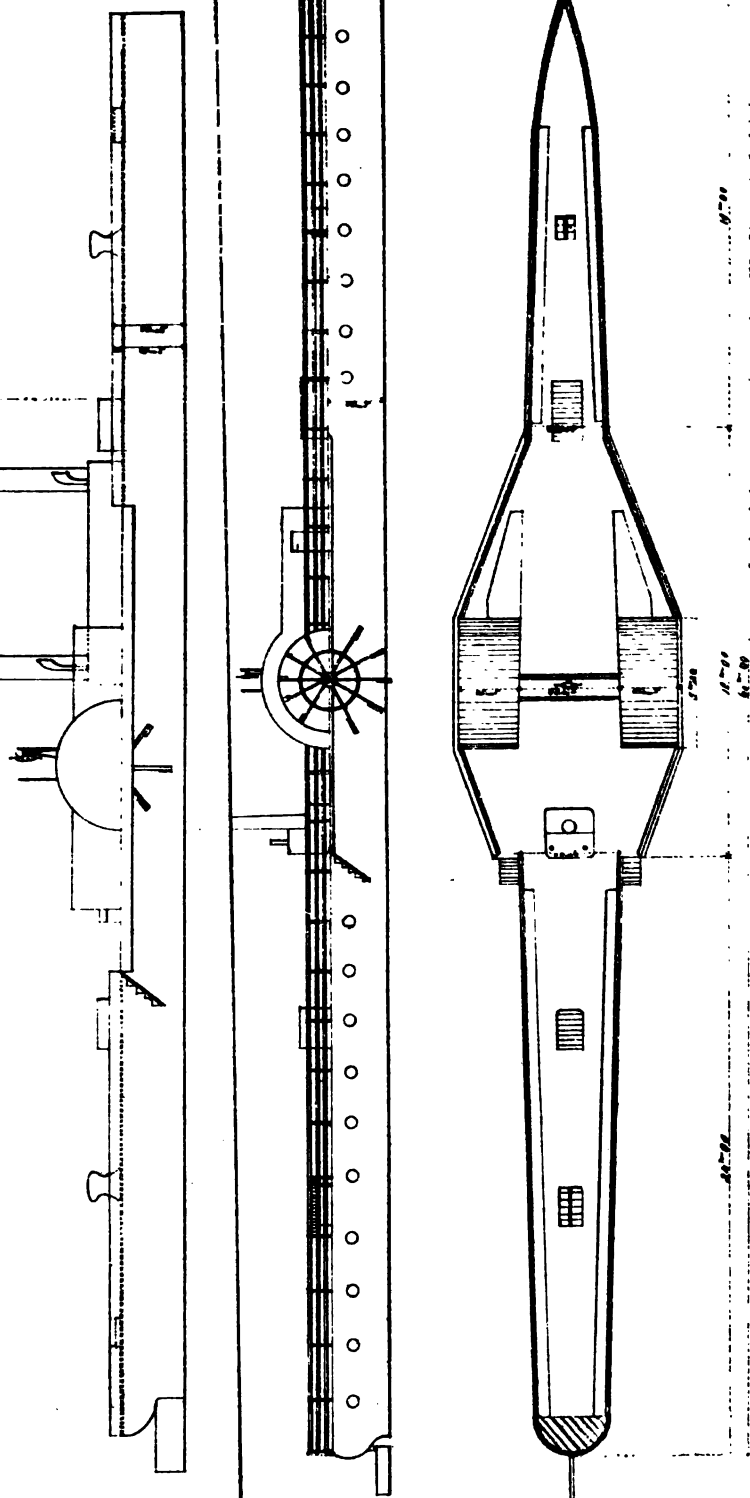


Fig. 1. REMORQUEUR TYPE AMAND DUMEAU.

PL. III



VI^m CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

LA HAYE, 1894.

124

De l'Organisation des Services de traction sur les voies navigables

PAR

M A. DE BOVET,

Directeur de la Compagnie du Tonage de la Basse Seine et de l'Oise.



LA HAYE,

Typ. de BELINFANTE FRÈRES, A. D. SCHINKEL Succ.,

PAVELJOENSGRACHT, 19.

1894.



Legrand fund

Sixième Congrès international de Navigation intérieure

LA HAYE. 1894.

De l'Organisation des Services de traction sur les voies navigables.

PAR

Mr. A. DE BOVET,

Directeur de la Compagnie du Touage de la basse Seine et de l'Oise.

I.

**Utilité des voies navigables. Elles sont construites aux
frais de l'Etat. L'intervention de celui-ci dans l'or-
ganisation de leur exploitation est légitime
dès qu'elle peut produire un effet utile.**

Dans un très intéressant rapport présenté au Vème Congrès international de navigation intérieure, Mr. DEROME terminait l'étude des moyens de traction employés sur les canaux du Nord et de l'Est de la France en concluant ainsi:

„Les canaux et les rivières canalisées constituent des voies artificielles „créées aux frais du pays tout entier en vue de l'utilité générale; l'Etat „a le droit et le devoir d'en tirer le meilleur parti possible en les exploi- „tant au mieux des intérêts du Commerce et de l'Industrie.”

Pour notre part, nous disions: „en veillant à ce qu'ils soient exploités „au mieux des intérêts du commerce et de l'industrie”, mais sous cette seule réserve nous ne pouvons que nous associer à ces conclusions.

Voies navigables et voies ferrées. Elles se font normalement concurrence.

On a discuté beaucoup, on discutera encore, sur le véritable rôle des voies navigables.

Les uns veulent qu'elles soient pour les chemins de fer des auxiliaires

précieux destinés à transporter les matières encombrantes, pondéreuses et de peu de valeur, dont ceux-ci, en bonne économie, devraient trouver bon de se voir déchargés à leur profit. Cette manière de voir est du reste difficilement acceptée dans le milieu des chemins de fer.

D'autres veulent qu'elles soient avant tout destinées à concurrencer les voies ferrées, — d'aucuns vont jusqu'à dire pour toute nature de marchandises — et, par l'effet de cette concurrence, à provoquer et à maintenir au profit des producteurs et des consommateurs tout le rabais dont peuvent être susceptibles les prix de transport.

Entre ces opinions extrêmes il y a place pour bien des appréciations intermédiaires vraisemblablement plus que l'une ou l'autre, proches de la vérité, mais qui toutes, naturellement, doivent conserver la seule conclusion qui soit commune à l'une comme à l'autre, celle de la très grande et très réelle utilité des routes d'eau.

Il est hors de doute qu'en principe le wagon et le bateau peuvent l'un et l'autre servir au transport de toute espèce de marchandises.

En pratique, là où les deux moyens existent, il se fait un partage, une sorte de classement; les matières lourdes, encombrantes, que leur peu de valeur oblige à rechercher des bas prix de transport, que l'industrie a besoin d'approvisionner par masses importantes et n'a pas grand intérêt à recevoir dans des délais bien rigoureux, s'adressent de préférence à la navigation; les autres vont au chemin de fer.

Il va de soi que c'est affaire d'usages commerciaux et qu'en l'espèce, il ne peut être question de réglementation; il serait même au moins risqué d'essayer d'une classification un peu précise; on trouverait sur la limite commune des deux catégories que l'on voudrait faire, trop de marchandises qu'il serait difficile de cataloguer nettement dans l'une ou dans l'autre et ce sont celles justement sur lesquelles s'exercera le plus activement la concurrence des deux moyens de transport.

A un autre point de vue, il nous paraît difficilement contestable que deux voies, l'une navigable, l'autre ferrée, seront forcément en état de concurrence, si elles ont mêmes points de départ et d'arrivée avec à peu près mêmes parcours, qu'il s'établira au contraire entre elles une communauté d'intérêts si elles desservent des directions divergentes à partir d'un point qui leur soit commun. Mais en fait, les parcours possibles des routes d'eau naturelles ou artificielles seront toujours ceux qui, de par la constitution géographique d'un pays, représentent les directions commerciales naturelles, ceux où le mouvement général des échanges est le plus actif et où par conséquent s'établissent nécessairement les plus importantes voies ferrées.

Nous pensons donc qu'on peut admettre qu'en fait, un canal et une voie ferrée sont toujours en état de concurrence. C'est là un régime dont, en quelques pays, tout le monde sait s'accomoder, non sans raison croyons nous; dans d'autres pays au contraire, ou le subit, et nous en pourrions

citer où les entreprises de chemin de fer résistent le plus qu'elles peuvent à faciliter le passage de la marchandise du bateau au wagon et vice versa. Il n'est du reste aucunement démontré que, ce faisant, elles opèrent au mieux de leurs intérêts : concurrence ne devant pas nécessairement se traduire par hostilité.

Caractères et conséquences de la concurrence des voies de fer et des voies d'eau.

Nous avons dit que cette concurrence s'exerce particulièrement sur des marchandises d'une nature spéciale, caractérisées avant tout par le fait qu'elles ont besoin de prix très réduits, faute desquels une partie au moins d'entre elles ne pourraient être transportées ; elles sont plus importantes par leur tonnage que par le total des recettes auxquelles elles peuvent donner lieu.

Il n'est pas possible de prétendre qu'il y ait là un fret entièrement soustrait aux chemins de fer puisqu'une partie au moins de ces transports n'existerait pas, s'ils devaient être exécutés uniquement sur wagons.

Le préjudice causé aux voies de fer est discutable encore pour une autre raison : il n'existe évidemment pas pour toute la quantité de matières qui ne voyagent que du moment où elles le font à des prix qui ne laissent aucun bénéfice en cas de transport par rail.

Par contre, on ne saurait méconnaître l'importance du développement industriel des régions bien desservies à la fois par l'un et l'autre mode de transport, développement dont, avec raison, on a fait honneur à la batellerie. Ce développement ne va pas sans un énorme accroissement des échanges et cet accroissement à son tour ne saurait se produire sur une seule catégorie de marchandises. Si les bateaux mènent de plus en plus de matières premières, les chemins de fer ont à leur tour de plus en plus de produits fabriqués à transporter ; la part des premiers n'augmente pas sans augmenter en même temps celle des seconds et il peut n'être pas désavantageux, pour ces derniers, de perdre une certaine quantité de tonnage à tarifs bas pour en retrouver une autre à tarif élevé. En France par exemple, le réseau de la C^{ie} du Nord est, plus que celui d'aucune autre compagnie de chemin de fer du pays, en concurrence avec un ensemble de canaux et de rivières à circulation intensive et cette compagnie est la seule qui n'ait pas besoin de faire appel à la garantie de l'Etat. Sur le réseau de l'Ouest, la ligne de Paris au Havre, parallèle à la Seine sur toute sa longueur est, croyons nous, la plus rémunératrice de toutes celles qu'exploite la Compagnie.

Ce sont là des résultats acquis palpables.

On nous permettra un autre exemple de nature différente. Il est facile au premier aspect d'une carte de constater que la vallée du Rhône prolongée par celles de la Saône et du Doubs, forme une admirable voie de

communication entre la Méditerranée et toute l'Europe centrale au nord des Alpes, et c'est du reste la seule.

La difficulté, encore insurmontée, de la navigation du Rhône a jusqu'ici empêché la batellerie de la mettre à profit : que ce dernier obstacle disparaisse et il est permis de croire que le mouvement des échanges prendra par cette voie une importance autrement grande que celle que le chemin de fer seul a pu y développer. La Compagnie P. L. M. y perdra peut-être certaines des marchandises qu'elle transporte aujourd'hui ; cette perte ne sera-t-elle pas compensée et au delà par l'accroissement du tonnage des autres catégories de marchandises ? La réponse, pour nous, ne paraît pas douteuse et c'est en ce sens que nous disions quelques lignes plus haut que tous les intérêts peuvent arriver à s'accomoder de la concurrence entre le bateau et le wagon.

L'influence de la voie navigable se traduit donc tout d'abord par une augmentation de l'activité commerciale dans la région desservie due au bas prix possible de certains transports. Mais la catégorie des marchandises susceptibles d'utiliser cette voie pour profiter des prix réduits est en somme assez flottante : l'intérêt évident des chemins de fer est de le restreindre le plus possible, ce qu'ils essaient de faire en réduisant autant qu'ils le peuvent leurs taxes pour toutes les matières qui sont plus ou moins voisines de la limite mal déterminée que nous avons indiquée.

En principe ces réductions de taxe pourraient ne porter que sur cette espèce de produits et n'exister que pour les parcours qui se trouvent en concurrence directe avec des rivières ou canaux.

En pratique il est inévitable que, plus ou moins rapidement, elles s'étendent en partie au moins à d'autres matières et à d'autres lignes ferrées par une sorte d'entraînement et d'impossibilité de maintenir indéfiniment de trop grands écarts soit sur l'ensemble des tarifs, soit sur l'ensemble des réseaux. — Cette fonction régulatrice des canaux sur les prix que peuvent pratiquer les chemins de fer a été signalée bien des fois déjà ; elle est d'importance capitale et à elle seule justifierait le rôle considérable attribué aux voies navigables dans le développement de la prospérité d'un pays.

L'Etat se trouve conduit à prendre à sa charge l'établissement des voies navigables ; il peut donc intervenir pour en régler l'exploitation.

Pour que ces voies puissent produire tout leur effet utile, pour que les transports s'y fassent à des prix permettant de prendre toute l'extension désirable, la pratique a montré qu'il faut renoncer à y percevoir, sous forme de taxe quelconque, des sommes destinées à rémunérer le coût de première installation et d'entretien et ne pas faire payer à la marchandise plus que le prix matériel des opérations qu'elle doit subir : chargement et déchargement, remorquage, loyer des embarcations et solde de leurs

équipages. La conséquence est que les dépenses d'établissement des canaux et d'amélioration des fleuves et rivières doivent être supportées par le budget de l'Etat et c'est en effet ce qui se passe partout malgré les différences de régime économique des divers pays, soit en Allemagne ou en Belgique où l'Etat exploitant des chemins de fer est conduit ainsi à se faire concurrence à lui-même, soit en France où la conséquence est à peu près la même puisque l'Etat y garantit un minimum de revenu au Comp^{ie} de chemins de fer, soit aux Etats-Unis où les Gouvernements se trouvent ainsi amenés à employer une partie du revenu public pour concurrencer des entreprises privées, et à quoi l'intérêt général peut trouver son compte comme en témoigne entre autres le rapport présenté par M^r BOGART au V^e Congrès de navigation intérieure.

Il est à peine besoin d'ajouter que nous voyons là la constatation d'un fait vrai dans un cas particulier et non l'ébauche d'une théorie dont la généralisation serait évidemment fausse. On a contesté du reste l'opportunité de cette manière de faire et prétendu que les sommes affectées au développement des voies navigables seraient plus utilement employées sous forme de subventions accordées aux compagnies de chemins de fer à fin de leur permettre d'abaisser leurs tarifs jusqu'à la limite des prix perçus sur les canaux; d'autant plus, ajoute-t-on, que les chemins de fer, échappant à peu près complètement aux causes accidentelles de chômage et représentant un outillage beaucoup plus parfait en ce qu'il peut à lui seul, suffire à tous les besoins, il est inutile d'en conserver un autre à côté d'eux.

Nous n'en croyons rien pour notre part et nous contenterons de demander comment une pareille limite serait fixée le jour où le canal ne serait plus là pour l'imposer et dans quelle mesure l'Etat et ses agents sont qualifiés pour apprécier exactement la limite des prix de revient et des bénéfices possibles d'une entreprise industrielle?

Nous lui ferons très volontiers crédit de toute la compétence désirable et de l'intégrité nécessaire pour résister à de puissantes influences, mais nous nous refusons à croire que la rigidité forcée des formules administratives puisse utilement se substituer à l'action si souple et si fertile en moyens, des initiatives individuelles. Dépense pour dépense, celle qui, dans une juste proportion, leur offre un obstacle à vaincre, sera plus profitable que celle qui, en le supprimant, crée une sécurité artificielle trop favorable à la routine.

Nous croyons donc parfaitement utile et légitime la façon dont l'Etat intervient d'ordinaire dans l'établissement des voies navigables. Sous la réserve, bien entendu, qu'il saura s'astreindre à utiliser les conditions naturelles des diverses régions d'un pays sans les vouloir violenter, les sacrifices qu'il impose de ce fait au trésor seront utiles pour tous et par conséquent rémunérateurs pour lui. En effet, de ce que les canaux ne peuvent pas, comme un chemin de fer, couvrir directement tous leurs frais d'exploitation et d'entretien, il ne s'en suit pas qu'ils ne les couvrent

pas indirectement et même largement, par l'essor qu'ils donnent à l'activité industrielle.

Si cela est, il est tout simple que leur établissement rentre, au même titre par exemple que celui des routes ordinaires, dans l'ensemble des frais généraux qu'il faut qu'un pays sache dépenser pour pouvoir se mettre en valeur: ce sont bien réellement „des voies artificielles créées „aux frais du pays tout entier en vue de l'utilité générale" et la conclusion qu'ils doivent être exploités „au mieux des intérêts du commerce „et de l'industrie" en découle obligatoirement.

Remarque sur la mesure dans laquelle il peut être utile de développer les voies de transports.

Tout ce qui précède suppose implicitement que la facilité et le bon marché des transports sont un bien: on dira que c'est là une vérité banale; nous n'y voudrions pas contre dire, et cependant! Il est certain que les hommes, du plus loin qu'il leur en souvienne, ont considéré la possession de bons moyens de transports comme un de leurs premiers besoins, aussi bien pour les nécessités de la guerre que pour celles des échanges. Ils ont employé à se les procurer une grande part des soins et des peines que leur coûte le labeur incessamment poursuivi en vue d'améliorer les conditions matérielles de leur existence et témoigné ainsi de l'importance qu'ils y attachent. Jusqu'à une date toute récente, ils n'ont pu du reste que perfectionner lentement des moyens déjà en leur possession depuis les époques les plus reculées quand l'invention de la machine à vapeur et son adaptation à la navigation et à la traction sur rails est venue brusquement faire au problème de l'organisation des transports un pas immense. En quelques années à peine la terre tout d'un coup est devenue petite si l'on mesure comme il convient les distances au temps ou aux difficultés qu'il faut pour les parcourir; mais en même temps les terres accessibles à l'exploitation ont prodigieusement augmenté et comme il est inévitable que la valeur de toutes choses se détermine par l'abondance ou la pénurie de l'offre et de la demande, l'ancien équilibre, laborieusement amené à un état d'apparente stabilité, s'est trouvé bouleversé.

Les intérêts menacés ont du forcément chercher à se défendre; la nécessité de le faire était évidente, le choix des procédés à employer a, comme toujours, prêté à contestations qui durent encore. La plus grande facilité et le meilleur marché des transports se traduisent, en fait, par la possibilité d'aller, sur des marchés de plus en plus éloignés, acheter des produits étrangers ou écouler les produits de l'industrie locale; ils aboutissent, en somme, à une diminution générale des prix et peuvent permettre par conséquent à un pays donné, avec ce qu'il a de ressources, d'acheter, de manufacturer, de consommer ou de vendre des quantités de plus en plus grandes de marchandises.

Pour les uns ces conséquences sont inévitables; la sagesse consiste à les accepter franchement, à se donner, par conséquent, d'une façon aussi parfaite que possible l'outillage correspondant à une activité industrielle et commerciale appelée à prendre une extension croissante.

D'autres, plus particulièrement frappés du bouleversement dont certaines situations acquises pouvaient être menacées par le fait de la transformation survenue dans l'industrie des transports, estiment qu'il faut chercher dans l'application de droits de douane non pas un aliment pour le trésor public, ou un moyen d'aider à l'organisation de quelque industrie naissante ou de faciliter des transformations devenues nécessaires, mais bien une garantie au profit des producteurs locaux contre l'envahissement de leur marché par des produits venant du dehors.

Le premier de ces systèmes pousse à l'accroissement des échanges, il tire profit de tout ce qui peut le favoriser, et notamment exige la création de moyens de transports à la fois puissants et économiques.

Le second, en annulant les résultats qu'il eut été permis d'attendre de l'extension possible des marchés d'approvisionnements et en maintenant les prix de toutes choses audessus de la valeur qu'ils pourraient atteindre, restreint au contraire la somme des matières qu'avec les ressources dont ils disposent le commerce et l'industrie locale peuvent mettre en œuvre, il diminue singulièrement la quantité possible des échanges et, partant des transports en vue desquels il n'y a pas lieu dès lors de chercher à créer à grands frais des voies d'une capacité excédant celle qui correspond à des besoins artificiellement limités.

Nous ne voulons en aucune façon rouvrir ici l'éternelle querelle entre libre-échangistes et protectionnistes, mais nous ne pouvions pas ne pas faire remarquer que l'utilité de la recherche du maximum de capacité et du minimum de prix de transport n'est pas, actuellement au moins, un axiome absolu et que cette recherche dans les pays qui sont soumis à une législation dont le propre est d'en annuler les effets constituerait une véritable incohérence économique. Du moment que l'intervention directe de l'Etat peut devenir nécessaire pour l'établissement de certaines voies, encore faut-il que cette intervention ne se produise que dans une mesure qui soit d'accord avec le régime commercial qui est accepté et a chance d'être conservé par le pays.

Pour notre part, ayant quelque peine à admettre que les hommes, après être arrivés difficilement à perfectionner les moyens nécessaires à la vie de relations, renoncent à profiter du résultat de leurs efforts, nous ne croyons pas que les organisations systématiquement protectionnistes aient chance de pouvoir être indéfiniment maintenues; en tous cas nous devons bien spécifier que ce que nous disons des „voies artificielles créées „aux frais du pays tout entier” doit s'entendre de celles qui sont bien réellement créées en vue de „l'utilité générale”, c'est-à-dire, dans la proportion où leur effet utile ne doit pas être artificiellement diminué ou détruit.

II.

La monopolisation des services de traction est parfois nécessaire et souvent utile.

Etant admis qu'il faut arriver à ce que les voies navigables artificielles soient exploitées au mieux des intérêts du commerce et de l'industrie, il reste à savoir comment ce résultat désirable peut être obtenu.

L'exploitation des voies navigables comporte l'existence de services de traction à la disposition de tous les marinsiers.

Et, tout d'abord, quels sont les besoins ?

En fait, la traction des bateaux est exécutée par des remorqueurs, des toueurs ou des bêtes de trait, le plus ordinairement des chevaux.

L'emploi de ces animaux est aujourd'hui à peu près exclusivement limité à la traction sur les canaux et de toute part on cherche avec persévérance à leur substituer quelque moyen mécanique. Il est bien clair que le matériel moteur (nous y comprendrons les chevaux de halage en attendant les appareils qui pourront un jour les remplacer) avec son prix d'achat élevé et le personnel spécial et nombreux nécessaire pour le mettre en œuvre, coûte beaucoup plus cher que le matériel porteur et qu'il faut par conséquent, en bonne économie, séparer complètement l'un de l'autre pour pouvoir demander au premier un travail dont la valeur unitaire se trouvera réduite au minimum s'il peut être ininterrompu.

A ce point de vue le bateau porteur et moteur nous paraît être en matière de navigation intérieure une conception tout-à-fait défectueuse qu'on ne peut comparer mieux qu'à ce que serait une locomotive rivée à son train.

Hors cette séparation nécessaire entre le véhicule et le moteur qui est commune aux industries de transports par eau et par fer, il y a entre elles pour le surplus de grandes différences.

C'est une nécessité pratique dans l'exploitation des voies ferrées que le wagon qui coûte cher pour une capacité de chargement relativement faible et doit se prêter à une circulation intensive, appartienne aux compagnies de chemins de fer ; il n'y en a qu'exceptionnellement qui soient la propriété des expéditeurs, ils ont employés pour des transports tout-à-fait spéciaux et capables de supporter des prix élevés, et encore ces wagons, pour leur conduite d'un point à un autre, doivent ils être abandonnés aux agents de l'exploitation des lignes sur lesquelles ils ont à circuler.

Il n'en va plus de même sur l'eau. Un bateau porteur, une péniche par exemple coûte relativement bon marché, 10.000 francs environ, au lieu de 150.000 que peuvent valoir les 30 wagons capables de recevoir le même chargement. Chacun exige pour sa conduite indépendamment du moteur quelconque qui le traine un homme au moins (un seul suffit sur un canal, il en faut d'ordinaire deux sur les rivières) mais il conserve tout le long du chemin une assez grande liberté d'allure; son mode de circulation est assimilable à celui des voitures sur une route (et non des wagons sur les rails) où il n'y a aucune nécessité que les chevaux qui la traînent appartiennent au même propriétaire qu'elle; on trouvait même tout avantage à ce qu'il en fut autrement quand, avant les chemins de fer, alors qu'on ne pouvait voyager que sur routes, il y avait des services de relais organisés. En matière de navigation il n'arrive donc plus nécessairement que le véhicule, la voie et le moteur se trouvent entre les mains de la même entreprise et le bateau peut — c'est, en France au moins, le cas général — appartenir à celui qui le conduit; c'est là un point d'importance considérable.

Avec une faible mise de fonds, puisque la péniche ne coûte pas cher, le marinier devient une façon de petit entrepreneur de transports à la seule condition qu'il soit assuré de trouver partout à acheter de la traction.

Il est alors le maître de son instrument de travail, condition si difficile à réaliser dans l'industrie, si désirable cependant, et qui, par une heureuse exception, se peut, dans le cas qui nous occupe, concilier avec les exigences du prix de revient.

Il est bien à présumer en effet que le coût annuel: entretien, amortissement, etc. d'un bateau porteur, appartenant à une société de transports, monté par des hommes à sa solde, dépassera facilement celui du même bateau monté et conduit par son propriétaire; quant à la recherche du fret, si elle peut être parfois difficile et un peu coûteuse pour les marins isolés on conçoit que c'est là un des cas où les intéressés pourront faire intervenir utilement quelque forme d'association, le jour où ils auraient à se plaindre des intermédiaires dont ils se servent actuellement.

Il va de soi, la voie étant ouverte à tous, qu'il s'y peut établir des entreprises ayant à elles, outre les bateaux porteurs, les moteurs nécessaires pour les remorquer; que ce n'est pas autrement dit une nécessité que le véhicule et le moteur soient entre des mains différentes et qu'il ne saurait être question d'apporter aucune entrave au fonctionnement d'organisations de cette nature.

Mais si l'on admet avec nous qu'il y a un très grand avantage à favoriser ou au moins à faciliter toute manifestation d'initiative individuelle tout ce qui peut permettre dans la plus large mesure le remplacement de l'ouvrier salarié par un travailleur indépendant, il faut dans l'espèce qu'en dehors des ressources appartenant aux compagnies de

transports le marinier qui n'a que son bateau soit assuré de trouver partout à le faire tractionner. Nous disons en dehors des ressources qui appartiennent aux compagnies de transports, par ce qu'il y a là deux intérêts antagonistes qui se feront souvent concurrence plus qu'ils ne se prêteront un mutuel appui. Il se peut du reste qu'un seul et même matériel de remorquage appartenant à quelque entreprise indépendante puisse également tractionner les bateaux porteurs de toute catégorie aussi bien ceux d'entreprises de transports qui en posséderont un grand nombre que ceux des marinières isolés; ce sera là un état de fait susceptible de s'établir comme conséquence à une très bonne organisation, mais de lui-même par le libre jeu de tous les intérêts et en dehors de toute réglementation ou de toute intervention administrative.

L'essentiel est que tout marinier puisse toujours se faire remorquer, bien entendu à titre onéreux, mais sans être obligé de se remorquer lui même.

L'exploitation des voies navigables comporte donc l'existence de services de traction qui soient — ou tout au moins qui puissent être — indépendants des services de construction et d'entretien et de ceux de transport. Comment peut et doit être comprise l'organisation de ces services?

Nous avons rappelé, quelques lignes plus haut, quels sont les moyens utilisés actuellement; nous laisserons absolument de côté leur étude technique. Les outils employés sont ce qu'ils sont, nous les prenons tels quels, la question posée se référant non à leur valeur propre, mais bien à la façon la plus profitable, dans l'intérêt général de les mettre en œuvre.

Canaux et Rivières.

Il est, à priori, facilement concevable que le régime d'exploitation doit être assez différent sur une rivière ou sur un canal. La première sera ou simplement régularisée par des travaux d'endiguement convenables ou canalisée mais alors elle peut toujours comporter des écluses de très grande dimension aptes à recevoir en une fois des convois nombreux. Dans l'un et l'autre cas elle est assimilable à une route de proportions assez vastes pour que la circulation des véhicules qui vont, les uns vite, les autres doucement, dans un sens ou dans l'autre, s'y puisse faire au tant dire sans entraves et sans que la liberté d'allures laissée à tous devienne une gêne pour personne. Un canal au contraire est de section presque toujours faible, les écluses y sont petites et fréquentes; c'est le sentier étroit où la marche des uns ne peut se faire à n'importe quelle allure sans menacer de gêner celle des autres, ou il faut à tout le moins quelques précautions pour éviter des obstructions, voire des accidents, et par conséquent une réglementation plus stricte et qui, en certains passages particulièrement difficiles, devra même devenir très rigoureuse. C'est le cas par exemple pour les biefs de partage où un canal passe en souterrain avec des dimensions qui excluent la possibilité du croisement des bateaux.

**Points particuliers des canaux. Le service de la Traction
y est forcément monopolisé.**

Considérons d'abord ce cas particulier. Le croisement étant impossible, il est évidemment de toute nécessité de marquer des heures déterminées pendant lesquelles il sera loisible aux bateaux allant dans un sens de s'engager dans le passage à franchir et d'autres heures pour la marche des bateaux allant en sens inverse. Supposons maintenant qu'il s'agisse d'une voie très fréquentée arrivée à sa limite de capacité comme circulation, ou en approchant; il ne suffira plus de marquer des périodes pour chaque sens de marche, il faudra en outre obliger tous ceux qui se trouvent à un moment donné aux deux extrémités de la section considérée à profiter effectivement de ces périodes et à débarasser le garage d'accès pour faire place aux nouveaux arrivants. On aboutit de la sorte à une réglementation très étroite, à l'un de ces cas où la liberté de chacun est réduite par le respect des droits du voisin à un minimum qui, dans l'espèce, touche à zéro; et il n'en peut être autrement si l'on ne veut pas accepter de laisser plus ou moins complètement inutilisé un ouvrage d'intérêt public créé aux frais et au profit de tous.

L'entreprise de la traction ne peut, en pareilles circonstances qu'être monopolisée et elle l'est effectivement. Nous citerons comme exemple les touages exploités par l'Etat Français aux biefs de partage du canal de St. Quentin, du canal de la Marne au Rhin, du canal de Bourgogne et quoique (en France au moins) l'idée même de monopole créée par mesure administrative rencontre en ce moment une hostilité presque générale, nul ne songe à prétendre que pour ce cas particulier il en puisse être autrement. A côté des inconvénients que l'on se plaît à signaler il faut du reste bien voir les avantages et, celui d'assurer le maximum d'utilisation de la voie n'est pas seul, il y en a un autre au moins, de quelque valeur, c'est le bon marché où peut descendre le prix des services rendus. Nous renvoyons comme preuve aux renseignements donnés par M^r. DEROME, dans le rapport déjà cité, pour la traction dans le bief de partage du canal de St. Quentin.

Pour corrects et sincères qu'ils soient, ces prix peuvent, il est vrai, n'être enregistrés que sous bénéfice d'inventaire; non pas qu'il soit matériellement possible de les présenter autrement, mais parceque, dans des opérations de ce genre, exécutées au frais de l'Etat et par ses agents, il disparaît forcément un certain nombre de charges qui viennent grèver le prix de revient des entreprises industrielles ordinaires: frais généraux, appointements d'agents soldés par ailleurs sur le budget général, intérêts et amortissement des capitaux de premier établissement, impôts de toute nature etc. etc. Mais quelque coefficient de correction qu'on veuille leur appliquer, ils n'en resteront pas moins remarquablement bas.

Canaux à circulation intensive. La monopolisation arrive à s'imposer.

Les difficultés naissant de la faible section de la voie ne se trouvent pas en réalité limitées aux rares sections que nous venons de signaler et où elles prennent une énorme importance: à un degré moindre si l'on veut on les rencontre encore tout le long d'un canal dès que sa fréquentation devient considérable et il faut bien y parer. Il y a dans l'exploitation d'une telle voie deux choses à considérer: 1°. l'utilisation de la voie; 2°. celle du matériel.

La bonne utilisation de la voie exige que tout le trafic qui la veut parcourir le puisse faire et, par conséquent, dès qu'on approche d'un régime d'encombrement possible, qu'elle puisse donner son débit maximum.

Or le débit d'un canal dépend uniquement de celui des écluses (il est absolument indépendant de la vitesse de marche); à supposer que celles-ci soient aussi parfaites qu'elles peuvent l'être, encore faut-il que, par indolence ou insouciance, le marinier qui se présente avec son attelage, ne fasse pas durer plus qu'il n'est strictement nécessaire le temps que mettra son bateau à entrer et à sortir avant la fermeture et après l'ouverture des portes. Une réglementation assez rigoureuse va donc, là encore, être nécessaire et sera légitime dans la mesure où elle vise à empêcher qu'un outillage créé à frais communs puisse être incomplètement mis à profit par le fait de l'inertie de quelques uns.

La bonne utilisation du matériel se traduit par le fait qu'il puisse dans l'année faire entre deux points donnés le plus grand nombre de voyages; elle dépend donc pour partie au moins de la vitesse de marche. C'est ici le marinier propriétaire d'un bateau qui se trouve le plus directement intéressé. Encore faut-il noter que la possibilité pour une embarcation, de faire en un temps donné un plus grand parcours possible, doit aboutir à une diminution de prix du fret à demander pour chaque voyage et que l'abaissement des prix doit être en fin de compte le résultat de la création de puissants moyens de transport.

Le but à atteindre est bien clair: aux écluses, une organisation qui permette le passage très rapide; le long de la route, une régularité de marche telle que les écluses ne soient pas exposées à chômer par moments pour, à d'autres, être encombrées; et toute la vitesse de marche qui soit compatible avec l'économie nécessaire des frais de traction. Tout cela il est douteux, à priori, qu'on puisse la réaliser en laissant chaque marinier choisir à sa guise ses moyens de remorquage et en réalité amène à monopoliser le service de la traction. Nous en donnerons encore pour exemple le canal de St Quentin et les autres canaux très chargés de la même région ou après des tentatives diverses, inspirées par un louable respect de la liberté individuelle, on a fini par adjuger, sur les sections successives, le service de halage à des entrepreneurs qui en ont le monopole. Résultat, entre autres, des prix très bas, plus bas

que sur les voies suivantes telles que le Canal latéral à l'Oise et l'Oise, où le trafic est tout aussi considérable et où de plus grandes facilités de circulation ont permis de laisser au marinier une plus grande latitude dans le choix de ses moyens.

C'est évidemment le fait que l'intensité de la circulation arrive à la limite de ce que peut supporter la voie qui rend de pareilles mesures nécessaires et même possibles car on exige forcément du concessionnaire une régularité de service qui ne s'accommode de prix bas qu'à condition que la matière à trainer soit assez abondante. Sur les canaux où la circulation est peu active, où les écluses travaillent par intermittences, il est loisible de laisser au marinier le soin de se procurer sa traction soit avec des animaux lui appartenant, soit en la cherchant auprès des habitants de la région ; mais il faut supposer qu'un canal quelconque a dès maintenant, ou aura un jour, une circulation assez active, si non son établissement ne serait pas justifié.

Traction mécanique sur les canaux. Il est à prévoir que sa réalisation exigera la constitution de monopoles.

Supposons enfin que le problème de la traction mécanique sur les canaux soit un jour résolu de façon satisfaisante. La solution, quelle qu'elle soit, devra permettre la conduite individuelle des bateaux qui doivent écluser isolément ; elle comportera donc, sous une forme encore indéterminée, la distribution d'une certaine quantité de travail entre les diverses embarcations échelonnées le long d'un canal et exigera des frais d'installation nécessairement élevés.

M^r. M. LÉVY a estimé de 20 à 25000 francs par kilomètre les frais de première installation d'un système funiculaire, il est permis de croire que, de façon ou d'autre, on ne saurait descendre sensiblement au-dessous de ce chiffre.

L'application ne pourra être tentée évidemment que sur des voies à grand trafic ; et même sur celles-là, les frais d'exploitation s'ajoutant à la charge considérable résultant du coût élevé de l'installation, il y a apparence qu'on ne pourra arriver à des prix assez bas que si l'entreprise est assurée de conduire la totalité du trafic. Il nous paraît douteux que sans cette condition il se trouve des capitaux disposés à s'employer à une oeuvre de ce genre et cela peut en outre s'imposer pour d'autres motifs encore, si par exemple les moteurs employés à faire la traction devaient emprunter le chemin de halage où il serait dès lors difficile de maintenir en même temps une circulation possible pour les chevaux ; ou encore si les frais d'une installation mécanique devaient se trouver trop augmentés par la nécessité de laisser complètement libre le chemin de halage. Certains systèmes parmi ceux qui sont déjà connus et ont été l'objet d'essais dont les résultats ont été à tout le moins fort encourageants, conduisent non seulement au monopole

de la fourniture de la force motrice, mais même à une réglementation très précise du fonctionnement des services; celui de Mr MAURICE LEVY par exemple, dans lequel, sous peine de tout désorganiser, il faut que les bateaux marchant dans un sens donné prennent alternativement dans les biefs successifs les attaches de numéros pairs et impairs. D'autres peuvent ne pas imposer au marinier des obligations aussi strictes. Mais nous croyons qu'aucun ne réussira à s'installer autrement que moyennant la constitution d'un véritable monopole.

En résumé, sur les canaux nous trouvons qu'il est obligatoire, dans certains cas au moins, fort utile dans d'autres pour en obtenir la meilleure utilisation, de monopoliser le service de la traction et il ne nous paraît pas que cette situation soit à la veille de se modifier, au contraire.

Rivières canalisées. Le monopole des services de traction n'y est jamais nécessaire au même degré que sur les canaux. Il peut cependant parfois y être utile.

Si nous passons au cas des rivières, là le régime peut être différent.

La largeur de la voie, la facilité de circulation qui en résulte, permettent d'y laisser sans aucun inconvénient fonctionner simultanément les divers modes de remorquage que la batellerie peut utiliser, de la livrer par conséquent aux diverses entreprises qui voudront y organiser des services de traction. Il ne sera pas sans intérêt cependant d'examiner comment, en pratique, les choses s'y passent et nous ne le pourrons mieux faire qu'en prenant un exemple, qu'on nous permettra de choisir parmi ceux qui nous sont le plus familiers. Etant bien entendu que nous ne prenons d'exemple particulier que dans le but de rendre plus clair notre exposé, nous examinerons le cas de la Seine.

Jusque vers 1860 on y a fait surtout du halage contre lequel de rares remorqueurs ne parvenaient pas à lutter efficacement.

Le fleuve avait alors un faible tirant d'eau et un courant toujours très sensible. A cette époque l'organisation des services de touage eut, pour la batellerie, l'inappréciable avantage de lui assurer en tout temps le remorquage dont elle pouvait avoir besoin et d'abaisser dans une proportion considérable le prix de traction.

Comme il est manifestement impraticable de placer sur un même parcours plusieurs chaînes appartenant à des entreprises indépendantes, le droit d'en mettre une devait dériver d'une autorisation ou d'une concession qui, de quelque nom qu'on l'appelle, ne pouvait aller sans l'imposition du cahier de charges. Ceux qui furent établis alors prévoyaient des tarifs fixes, ne pouvant être modifiés ou atténués qu'avec l'assentiment des administrations chargées de surveiller l'exploitation, soit un régime analogue à celui auquel se trouvent soumis les chemins de fer en échange du monopole qui leur était attribué. C'était très naturel car les comp^{ies} de touage, si elles n'avaient pas de monopole de droit, allaient avoir un

monopole de fait en raison de la supériorité énorme que possédait, à cette époque, le système de traction qu'elles employaient. Les prix adoptés se trouvaient un peu bas en hiver, un peu élevés en été en égard à la valeur du service rendu mais, à cause du quasi monopole existant de fait, la compensation se faisait d'elle même d'une saison sur l'autre; ils représentaient une réduction de 66 % sur ceux pratiqués antérieurement et avaient, en outre, l'avantage, si important pour l'industrie des transports, d'une très grande fixité.

Depuis, l'achèvement de la canalisation du fleuve en a profondément modifié le régime.

Pendant une grande partie de l'année le courant y est réduit presque à rien, au point que la traction des bateaux à la descente, jadis inutile est devenue une nécessité. Les toueurs, tels du moins qu'on les a faits jusqu'ici se prêtent fort mal à cette opération. Les remorqueurs, au contraire, la peuvent faire dans d'excellentes conditions, et l'augmentation du tirant d'eau d'une part, les progrès des constructions mécaniques d'autre part, ont permis de les établir de façon telle que, durant les longues périodes d'eaux basses, il leur soit possible de concurrencer, dans de bonnes conditions pour eux, les services de touage. Lors des hautes eaux cependant, quand, les barrages étant couchés, le fleuve se trouve rendu à son état naturel, le touage y reprend un avantage marqué et tel que, de l'avis général, s'il venait à disparaître la batellerie de la Seine se trouverait à cette époque très insuffisamment desservie et exposée à subir des prix excessifs. Dans ces conditions, les deux modes de traction sont pratiqués à coté l'un de l'autre, avec des avantages marqués au profit de l'un durant la saison pluvieuse, au profit de l'autre durant la saison sèche; c'est là un régime de concurrence qui serait évidemment insoutenable par celle des deux industries qui se trouverait astreinte à pratiquer des tarifs immuables alors que l'autre aurait, à ce point de vue, toute son indépendance.

L'industrie du remorquage étant entièrement libre, il a donc fallu modifier les cahiers des charges anciens de façon à rétablir une équitable proportion entre la valeur de la chose concédée et les obligations corrélatives.

Le tarif ferme ancien a été remplacé par un tarif maximum en dedans duquel les comp^{tes} de touage ont toute latitude, qui soit assez élevé pour ne pas fausser à leur détriment les conditions de la concurrence mais qui cependant garantisse la batellerie contre des surélévations excessives des prix aux époques où la traction devient difficile. La nécessité d'une telle transformation était évidente, elle a créé un régime nouveau parfaitement viable; quelles sont ses conséquences au point de vue de la clientèle des diverses entreprises de traction?

En l'état actuel de la Seine, on peut admettre que, pour y assurer l'écoulement régulier du trafic il faudra mettre en service en hiver 2 fois plus de toueurs et 4 à 4½ fois plus de remorqueurs qu'en été, la capacité

des uns et des autres étant évaluée d'après la puissance motrice. Le touage semble donc avoir plus facilement que le remorquage la possibilité de réaliser un prix moyen, mais cela n'est vrai qu'à la condition que son exploitation arrive à une assez grande activité.

L'installation d'un service de touage nécessite en effet des dépenses très considérables; les frais généraux n'y pouvant pas au même degré que dans un service de remorquage être proportionnés à la quantité de bateaux remorqués quelle que soit cette quantité. Il en est de cela (et il en sera de même par exemple pour des installations de traction mécanique sur canaux) comme de toutes les organisations compliquées et très coûteuses qui, arrivent à une capacité considérable de production et peuvent donner par unité de travail produit des prix très bas, mais à la condition d'utiliser effectivement toute ou presque toute leur puissance; qui en raison même de leur complexité sont infiniment plus que des organisations plus simples sensibles aux moindres causes de désorganisation.

En l'espèce, chacune des deux industries traversant, au cours d'une année, une période qui lui est plus particulièrement favorable, se voit obligée d'en profiter pour atténuer le préjudice que lui apporte l'autre période et on conçoit qu'un tel régime ne doive pas aboutir à la réalisation des prix les plus bas possibles.

Pratiquement, il est certain que le prix moyen de la traction sur la Seine est plus bas aujourd'hui qu'il n'était il y a 25 ou 30 ans, mais il est également certain que le rabais n'est pas à proportion de la diminution qu'a éprouvé du fait des derniers travaux, l'effort moyen de traction en remonte.

Si, au lieu de prix moyens, nous considérons les prix extrêmes, ceux d'été sont devenus très bas, ceux d'hiver sont élevés et les maximums marqués par les nouveaux cahiers des charges des entreprises de touage sont plus hauts que les prix pratiqués en hautes eaux il y a quelques années.

La canalisation du fleuve a amélioré un régime moyen — elle a au contraire exagéré la différence entre ses états extrêmes. Le régime des prix a varié dans le même sens que celui du fleuve; ils sont devenus, aux périodes successives de l'année, plus inégaux qu'autre fois et on ne saurait prétendre que ce soit là une condition favorable au développement des entreprises de transport par eau.

Nous n'avons pris un exemple particulier que pour montrer plus aisément quel genre de difficultés peut rencontrer sur une rivière l'organisation des services de traction.

Sans poursuivre plus loin ce cas spécial, nous en retiendrons ceci: que plus les corrections apportées au régime naturel d'un fleuve seront considérables, plus l'état moyen pourra être amélioré mais plus les états extrêmes deviendront différents et plus grands par conséquent les écarts entre les conditions où pourra se faire la traction des bateaux; l'effet produit

sera naturellement plus sensible sur les rivières complètement canalisées que sur celles simplement régularisées — les travaux faits sur les premières ont du reste engagé des sommes plus considérables que sur les secondes. On conçoit que les choses peuvent très bien dans certains cas en venir, plus complètement que dans l'exemple que nous avons choisi, au point de ne pas permettre à la navigation de prendre un développement qui soit en rapport avec les sacrifices consentis pour améliorer les voies mises à sa disposition et qu'un monopole qui donnerait à une entreprise la possibilité de consentir des prix non seulement bas, mais en outre constants et réguliers, ne serait pas nécessairement une mauvaise chose.

C'est là certainement un remède dont il faut se garder d'abuser et nous pensons qu'il ne trouvera que beaucoup plus rarement son emploi sur des fleuves ou rivières que sur des canaux ; mais du moins avons-nous voulu montrer qu'il le peut trouver quelque fois très légitimement.

Nous concluons en somme que, sur les canaux et même à la rigueur sur les rivières canalisées il sera légitime de constituer des services ayant le monopole de la traction quand il sera bien établi qu'on peut par ce moyen donner plus de facilité au développement de la navigation ; assurer une meilleure et plus complète utilisation des travaux faits pour la création ou l'amélioration de la voie, et obtenir des prix réguliers et très réduits et que s'il faut éviter de recourir au monopole sans nécessité bien établie, du moins ne faut-il pas, de crainte d'en abuser, se refuser à en user-là où il peut être de réelle utilité.

De tels services naturellement ne doivent être obligatoires que pour les marins ou entreprises de transports n'ayant pas par eux mêmes des moyens de remorquage dont l'usage puisse être admis sur la voie considérée.

III.

L'Organisation des services de traction doit être confiée à l'industrie privée.

En général l'Etat ne doit pas prendre directement à sa charge des entreprises ayant un caractère individuel.

Nous admettons donc qu'il peut y avoir lieu, dans certains cas, à monopoliser les services de traction sur les voies navigables, soit pour la totalité, soit pour des catégories déterminées, de bateaux qui les fréquentent. L'exploitation de ces monopoles doit-elle être faite par les soins de l'Etat, ou livrée à des entreprises privées?

Nous n'hésitons pas pour notre part à nous prononcer très nettement en faveur de la seconde solution, estimant qu'il y a toujours avantage à laisser aux initiatives industrielles toutes occasions de se produire et que rien ne leur est plus contraire que l'abus des interventions officielles.

En l'espèce, c'est d'une véritable exploitation industrielle et non du recouvrement d'un impôt qu'il s'agit et nous pensons que l'Etat fait nécessairement un industriel médiocre: en plusieurs pays, sous des formes variées, il s'y est essayé et s'y essaie encore, mais les résultats obtenus ne paraissent pas de nature à infirmer cette manière de voir.

Il est à peine besoin de dire que, si le fait est vrai, il n'en faut nullement chercher la cause dans une infériorité quelconque, professionnelle ou autre du personnel qu'il emploie: c'est l'évidence même et la remarque serait à tout le moins superflue si nous ne tenions à ne laisser prise à aucune interprétation inexacte ou malveillante de notre pensée.

La cause vraie, la cause principale du moins, est dans la nature toute spéciale du contrôle auquel doivent être soumises les opérations que peuvent entreprendre les administrations publiques. Il y a en effet, on le conçoit aisément, une différence profonde entre l'Etat dépensant les fonds du budget alimenté par les contributions obligatoires et la direction d'une société privée, chargée de faire valoir au mieux des ressources obtenues par apports volontaires et librement consentis des intéressés.

Tous contribuant à alimenter les caisses publiques, chacun se croit volontiers quelque droit sur leur contenu, qu'il tâche à réaliser sous forme d'appointements de pensions ou de travaux utiles à ses intérêts propres et, en fin de compte, le résultat le plus clair est que jamais l'Etat n'a de ressources à proportion des sollicitations de toute nature dont il est l'objet

et qu'il en doit régler l'emploi, de façon à respecter ce qu'il y a de légitime dans les prétentions variées qui s'agitent autour de lui.

Il crée les fonctions dont l'ensemble constitue toute son organisation administrative — mais, presque toujours, il subit les fonctionnaires auxquels l'accès en est ouvert suivant des règles déterminées et comme il lui faut donner, dans la plus large mesure, la garantie qu'à travers l'énorme complication de ses services et une sorte d'impersonnalité de ses agents, toute somme va bien à la fin à laquelle elle a été destinée, la nécessité apparaît d'un contrôle organisé suivant des règles très strictes et sans élasticité; contrôle qui doit, autant que possible, devant les méfiances toujours en éveil, ne s'exercer que sur des faits précis et non sur des matières sujettes à appréciation.

On conçoit qu'une telle organisation puisse convenir pour ce qui est affaire d'administration proprement dite, exécution de règlements qui couvrent la responsabilité des agents par le seul fait qu'ils ont été correctement appliqués, mais se prête mal à toute innovation comportant des aléas ou des mécomptes possibles.

Or c'est là le propre des opérations ayant un caractère industriel, soumises, par nature, à d'incessantes transformations dont il est malaisé de garantir *a priori* le résultat.

Les comités, alors, interviennent tout naturellement: mais s'il n'est pas sans exemple qu'un homme doué d'une forte dose d'énergie et d'un grand talent de persuasion arrive à arracher à une commission une adhésion à un projet qui ne soit pas une cote mal taillée entre les opinions des membres, le cas est rare. Quoique les responsabilités soient ici singulièrement atténuées, presque supprimées même par le fait que les décisions sont prises à la majorité des voix, tout ce qui est assez connu, éprouvé, expérimenté pour offrir un terrain absolument solide à de grandes chances d'être préféré.

Et de fait l'hésitation devant certaines responsabilités est facilement compréhensible si l'on songe que les agents du contrôle ne sont pas nécessairement en situation de savoir (ou de dire) à quel point il est, en industrie, difficile d'avoir *a priori* une certitude absolue sur les résultats d'un système nouveau, et combien il est, en pareille matière, facile de se tromper le plus consciencieusement du monde; il est clair, par exemple que ce n'est pas la une aptitude que confère, *ipso facto*, un mandat électoral.

En résumé, l'Etat est conduit à peu près inévitablement à des organisations qui enserrant ses agents dans des règles singulièrement étroites et paralysent chez eux tout esprit d'initiative.

Cela est d'autant plus vrai que le gouvernement est moins autoritaire et moins personnel et la conclusion qui, pour nous, s'en dégage, c'est que plus un régime est démocratique et plus il doit s'efforcer de restreindre son action aux seuls services qui lui incombent obligatoirement, et d'en diminuer le plus possible le nombre. Plus la règle devient stricte et de

nature à énerver l'action personnelle du fonctionnaire, plus il faut chercher à diminuer le nombre des fonctions.

D'une façon générale les opérations dont l'Etat ne peut pas se charger sont faciles à définir. Ce sont celles qui, répondant à une utilité générale bien reconnue, donnent lieu à une dépense qui n'a pas de contre partie possible en recettes. Il les exécute lui même ou les fait exécuter par des entrepreneurs et en ce cas les leur concède par une adjudication au plus bas prix : il est facile de contester que ce soit le moyen le meilleur d'avoir du travail très bien fait et par conséquent du véritable bon marché, mais force est de reconnaître que les nécessités du contrôle administratif rendent difficile d'en employer un autre. Pour en revenir au sujet qui nous occupe, et comme exemple des entreprises rentrant dans la catégorie que nous venons de définir nous citerons la construction des canaux, et la canalisation des rivières du moment qu'il n'y doit pas être prévu de péages susceptibles de rémunérer les frais de premier établissement.

Toutes les fois au contraire qu'il s'agira d'opérations qui, à coté des dépenses qu'elles entraînent, permettent des recettes d'où puisse sortir quelque bénéfice, l'État trouvera facilement des entreprises privées disposées à substituer leur action à la sienne et une telle substitution ne pourra être qu'avantageuse.

S'il ne peut en effet que percevoir de l'argent d'une part, en dépenser de l'autre et non en gagner là où, toute idée de bénéfice lui étant interdite, il ne devra que veiller à n'avoir pas de dépenses excessives, des entreprises privées trouveront le plus puissant des stimulants dans le fait qu'elles auront la propriété assurée de leurs gains et la charge entière de leurs pertes. De par leur organisation même elles ont une liberté d'action beaucoup plus grande que n'importe quel service administratif, la possibilité de s'y prendre comme il leur convient pour essayer de réaliser les premières ou d'éviter les secondes, et toute faculté de s'exposer aux risques dont il leur paraît qu'il vaut la peine de courir l'aléa.

Le choix des agents auxquels elles confient le soin de leurs opérations leur est dicté par la sécurité qu'ils inspirent à des intérêts, d'ordinaire clairvoyants : il ne leur est pas imposé par des règlements ou des concours, ce qui du moins est respectable, ni par des considérations politiques, ce qui l'est moins.

Ces agents n'ayant pas entre les mains une parcelle de la puissance publique ne peuvent pas être tentés de remplacer à l'occasion une mauvaise raison par un acte d'autorité contre lequel tout recours peut être parfois difficile.

Leur autorité n'est pas à chaque pas paralysée par des règlements minutieux et l'obligation d'appliquer des formules de travail toutes faites, souvent aussi compliquées par des opérations insignifiantes que pour des travaux importants.

Manifestement invertis de la confiance de leurs commettants, ils peuvent accepter franchement la responsabilité d'actes dont l'appréciation ne sera pas soumise à un contrôle systématiquement méfiant.

Outre que dans de pareilles conditions, toute innovation a bien plus de chances de se pouvoir produire, il n'est pas douteux que l'effet utile de l'individu sera aussi grand que possible, le travail fait plus sûrement adopté à son but et moins coûteux — et c'est justement pour cela qu'à notre avis l'Etat doit, toutes les fois que la chose est possible, éviter d'exécuter par lui même ce qu'il peut faire faire par des entreprises privées.

Si les services de traction sur une voie navigable sont monopolisés, le rôle de l'Etat doit se borner à l'établissement du cahier des charges et à la surveillance de l'exploitation.

Les motifs que nous avons invoqués à l'appui de cette opinion sont d'un ordre tout à fait général mais ils restent aussi vrais pour le cas particulier que nous avons en vue que pour tout autre. L'Etat peut exploiter directement des canaux ou rivières comme il peut exploiter directement des chemins de fer. Encore faut-il pour cela que cette exploitation ne comporte que la perception de taxes fixes, nettement définies. Il est malaisé, par exemple, de concevoir comment il pourrait faire appliquer par ses agents un régime comme celui que définissent les nouveaux cahiers des charges des Comp^{ies} de touage de la Seine, comportant la faculté, au dessous d'un maximum donné, de suivre toutes les fluctuations des cours des prix de traction telles qu'elles résultent de l'état des eaux et de la concurrence des entreprises de remorquage.

Même cette réserve faite nous estimons qu'une telle exploitation a toutes chances d'être mieux conduite par d'autres que par lui et a beaucoup plus de probabilité de progresser dans le premier cas que dans le second.

Nous avons en occasion de signaler au passage l'application faite en France par les agents de l'Etat du service de touage dans les biefs de partage à souterrain de quelques canaux. En dehors des facilités que peuvent donner à ces agents, les pouvoirs de police dont ils sont investis pour assurer la circulation en des points particulièrement encombrés, nous ne voyons pas quels avantages procure cette manière de faire. Au point de vue technique les procédés mis en œuvre sont exactement ceux qui ont été créés ailleurs par l'initiative privée à laquelle il est permis de dire que sont dues toutes les améliorations réalisées dans les appareils employés à la traction de bateaux.

Faisons exception pour l'adaptation récente heureusement réalisée par un ingénieur distingué sur le canal de Bourgogne du mode d'emploi de l'électricité tel qu'on l'applique à la traction des tramways. Nous tromperions nous beaucoup en signalant là un exemple de ce qu'une forte conviction peut vaincre de difficultés?

On peut encore citer les expériences de traction funiculaire entreprises par M^r MAURICE LEVY pour le compte de l'administration Française des travaux publics, ce dont il lui faut savoir d'autant plus de gré que cette intervention officielle reste un exemple à peu près isolé au milieu de tentatives assez nombreuses dirigées dans la même voie par l'initiative privée.

Par contre, nous devons noter que cette même administration ayant exécuté sur le Rhône des travaux très considérables et très coûteux d'où est résulté une amélioration du régime du fleuve qui n'est contestée par personne a du laisser en suspens la question encore indécise aujourd'hui de savoir si l'engravement d'une chaîne de touage serait encore à craindre maintenant comme il l'était autrefois. La question est cependant intéressante puisque la voie pourrait être de première importance, mais que le courant y est tel qu'elle ne serait réellement utilisable que pour des toueurs et que le remorquage ordinaire y paraît devoir rester ou impraticable ou trop onéreux. Mais en matière administrative les crédits sont alloués forcément pour une destination déterminée, en l'espèce ils l'étaient pour des travaux et non pour des essais.

Nous pensons donc que, si sur certaines voies, le service de la traction doit être monopolisé et exploité par l'industrie privée, le rôle de l'administration doit se borner à l'établissement du cahier des charges qui devra être imposé au concessionnaire, et à la surveillance de l'exécution de ses clauses.

Conditions à inscrire dans les cahiers des charges.

Le but véritable de ce cahier des charges est de garantir le public contre les abus possibles de la part de concessionnaires se traduisant par une insuffisance de service ou une élévation excessive des prix. D'autre part l'utilité du recours à un concessionnaire est de faire profiter le public de tous les efforts que pourra provoquer chez lui le désir de s'assurer un bénéfice légitime. Il est donc de toute nécessité que les charges soient calculées de façon que ce bénéfice soit possible et puisse, si les opérations sont bien conduites, atteindre une valeur qui compense les chances de pertes et être par conséquent supérieur à celui d'un simple placement de fonds.

L'expérience prouve, il est vrai, que l'Etat peut trouver des entrepreneurs qui acceptent des clauses très strictes à ce point de vue, en ce sens que les causes de gains possibles s'y trouvent en réalité trop réduites. Il ne nous paraît pas qu'il soit de bonne administration d'abuser de cette facilité: ce ne peut être un moyen d'obtenir une bonne et franche exécution des opérations concédées, ni d'éviter des fraudes ou des incorrections.

Le système des garanties d'intérêts atténuant des obligations qui à priori paraissent devoir être trop onéreuses pour être acceptées sans compensation, nous semble également devoir être évité toutes les fois qu'il est

possible (et ce serait toujours possible pour le cas qui nous occupe) car il désintéresse trop le concessionnaire et, au point de vue du progrès à réaliser énerve son principal stimulant: l'appât d'un gain possible. Si, d'autre part, les conditions imposées sont trop larges et assurent de façon trop certaine un bénéfice considérable, l'inconvénient sera le même et il y aurait en outre une évidente immoralité à la pratique d'un pareil système.

Dans l'un ou l'autre cas, des causes différentes produisent un même effet et amènent une industrie à ce même état d'inertie ou de stagnation où la conduit fatalement une protection douanière qui lui évite la peine d'avoir à se défendre contre ses concurrents. Ce n'est pas à obtenir de pareils résultats que doit s'employer le pouvoir de l'Etat.

Le desideratum, ce nous semble, serait que les obligations imposées par un cahier des charges soient telles qu'elles laissent au bénéfice une marge assez assurée pour tenter ceux qui sont disposés à travailler honnêtement. Mieux vaut une erreur en plus qu'en moins car alors le remède est facile, c'est, à partir d'un certain quantum, la reprise au concessionnaire d'une partie des bénéfices en proportion croissante à mesure que le gain s'accroît, mais telle cependant qu'il vaille toujours la peine pour lui de rechercher des perfectionnements nouveaux.

On conçoit qu'il est impossible de mettre des chiffres: selon les lieux et les temps l'intérêt normal de l'argent est variable: ce sera affaire à déterminer dans chaque cas.

De telles reprises peuvent se traduire sous forme d'abaissement des tarifs, et de la sorte transporteurs et tractionneurs seront également intéressés à tous les perfectionnements réalisés.

Elles peuvent aussi être affectées à l'amélioration de la voie elle-même, amélioration à laquelle il est absolument légitime de faire concourir les entreprises de traction, quand les circonstances le permettent, puisqu'il y a là, pour elles, un des moyens les plus efficaces d'augmenter leur trafic.

En fait on a, tout récemment encore, discuté longuement la question des péages. Pour les uns ils ne doivent exister sous aucune forme et l'on en doit poursuivre la suppression radicale partout où il y en a encore. Pour les autres il serait absolument légitime d'établir des péages spécialisés pour les améliorations de détail à apporter à tels ou tels ouvrages.

En dehors des cas où une opération de cette nature ne peut manifestement intéresser qu'un groupe restreint d'usagers, cela revient à dire que l'Etat s'est chargé jusqu'à aujourd'hui de toutes les dépenses nécessaires pour amener les voies à leur état actuel mais entend, à partir de maintenant, faire concourir la batellerie à leurs améliorations ultérieures. L'une des causes peut être, pour les quelles l'accord à peine à s'établir est la difficulté de définir le point précis à partir duquel il faudrait passer d'un régime à l'autre. S'il en est ainsi c'est, apparemment, que la question ne se pose que pour les voies qui sont arrivées déjà à un degré de développement notable — ou qui, en l'état actuel ne répondent pas à une utilité

générale bien démontrée — et de ces dernières, susceptibles d'être concédées à leurs risques et périls à qui les veut entreprendre nous ne nous occupons pas ici.

Pour notre part, très convaincu que, sur les voies importantes, un service de traction monopolisé peut donner, avec des prix très bas, des bénéfices importants, nous inclinons à penser que le prélèvement d'une part de ces bénéfices à appliquer aux travaux d'amélioration serait infiniment préférable à l'établissement de péages spéciaux.

Il y a un lien certain entre la correction des ouvrages d'art et le prix possible de la traction; cette manière de faire serait donc légitime; de plus la perception d'une taxe de ce genre a l'avantage d'être très simple et facile et de ne demander au marinier que les paiements, auxquels il est accoutumé, du prix de traction et de manipulation (chargement et déchargement) des marchandises transportées.

Que l'établissement de cahiers des charges bien équilibrés ne soit pas toujours chose simple et facile, nous ne le contestons pas; mais du moins la difficulté n'est pas de celles qui sont si considérables qu'il faille nécessairement reculer devant elles.

Que leur efficacité ne soit sûre qu'à condition que l'application en soit correctement surveillée — c'est certain. Des fautes sont toujours possibles: celles qui peuvent être commises dans l'application d'un système quelconque ne prouvent pas nécessairement contre sa valeur.

J. W. van Marle
Chef Ingenieur.

VI^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

LA HAYE, 1894.

4^e QUESTION.

TRACTION ET PROPULSION

**sur les canaux, sur les rivières canalisées
et sur les rivières à courant libre,**

PAR

E. H. STIELTJES,

Membre du conseil de surveillance des chemins de fer dans les Pays-Bas.

LA HAYE,

Typ. de BELINFANTE FRÈRES, A. D. SCHINKEL Succ.,

PAVELJOENSRACHT, 19.

1894.



DeGrand fund

Sixième Congrès international de Navigation intérieure

LA HAYE. 1894.

Traction et propulsion sur les canaux, sur les rivières canalisées et sur les rivières à courant libre,

PAR

E. H. STIELTJES,

Ingénieur-Civil.

Le programme fixé pour l'étude de la question de la meilleure organisation économique de la traction sur les voies navigables, est le suivant:
„Progrès réalisés depuis le congrès précédent dans l'application des divers systèmes de traction et de propulsion des bateaux. Nouveaux systèmes inventés ou appliqués depuis lors. Influence de la forme des bateaux et de l'état de leur surface sur la résistance à la traction. Vitesse nécessaire et réalisable tant pour les bateaux-porteurs, que pour les remorqueurs et les toueurs avec leurs trains”

En se bornant absolument à une communication sur les divers points de ce programme, la réponse à la question autant qu'elle se rapporte aux Pays-Bas, pourrait se faire en très peu de mots. Il n'y a point à mentionner des progrès réalisés ni des systèmes nouveaux. Les ingénieurs hollandais suivent avec le plus grand intérêt les essais remarquables de traction funiculaire d'après le système de M. Lévy et de traction par locomotive, faits spécialement en France et aussi en Allemagne, ainsi que les essais de touage électrique d'après les systèmes de M. DE BOVER et de M. GALLIOT; aussi ils sont convaincus de l'extrême importance des recherches expérimentales de M. CAMÉRÉ et de M. DE MAS sur l'influence des dimensions de la section de la voie navigable et sur le matériel de la batellerie, mais jusqu'ici des recherches ou des essais analogues n'ont pas été faits en Hollande.

En outre les tarifs pour le halage ou le remorquage ainsi que les prix

de la traction, qu'on pourrait donner, sont tellement variés ou douteux, qu'ils ne puissent présenter aucun intérêt pour l'étude de la question de la meilleure organisation économique de la traction sur les voies navigables.

Si, malgré cela, je me suis chargé, point sans hésitation, de donner quelques considérations sur la question de la traction et de la propulsion sur les canaux et les rivières, en ce qui concerne les Pays-Bas, c'est seulement parce que j'ai la conviction que cette question si compliquée et si difficile n'est pas susceptible d'une solution générale, et qu'il faut chercher pour chaque pays ou plutôt pour chaque bassin de commerce et de navigation les systèmes qui s'accordent le mieux aux besoins locaux et aux exigences de l'exploitation dans toute son étendue.

Surtout dans les Pays-Bas la situation des rivières et des canaux a un caractère particulier et diffère p. e. beaucoup de celle des rivières et des canaux en France.

Jetons d'abord un coup d'oeil rapide sur les voies navigables des Pays-Bas et sur les moyens de traction et de propulsion usités.

I. LES VOIES NAVIGABLES DANS LES PAYS-BAS ET LEUR TRAFIC.

Les voies navigables dans les Pays-Bas se composent des cours inférieurs du Rhin, de la Meuse et de l'Escaut avec leurs bras et jonctions, du Zuiderzée et d'un réseau étendu de canaux, aboutissant aux rivières ou au Zuiderzée.

Les rivières.

Le Rhin et l'Escaut, mais en premier lieu le Rhin, sont les voies principales du trafic de la Hollande. En 1892: 38174 bateaux passèrent la frontière près Lobith, c'est-à-dire 29849 bateaux à voiles ou remorqués, 925 bateaux à vapeur porteurs, 6219 remorqueurs et 1181 bateaux à vapeur pour le transport de voyageurs. Le tonnage des 30774 bateaux à voiles et bateaux-porteurs a été 9,155,496 m³, le tonnage moyen des voiliers 295, celui des bateaux-porteurs 378 m³.

Le mouvement commercial sur le Rhin augmente chaque année en rapport avec les améliorations qu'on apporte à cette rivière, et avec le développement du commerce des ports, à la suite de la correction des accès.

En Allemagne les travaux d'amélioration ont pour but de donner au chenal du Rhin une profondeur de 2 m. de Mannheim à Saint-Goar, de 2.50 m. de Saint-Goar à Cologne et de 3 m. en aval de Cologne, à l'étiage assez bas de 1.50 m. à l'échelle de Cologne. Dans les Pays-Bas on tâche d'obtenir pour le Wahal une profondeur de 3 m. et pour le Neder-Rijn (Rhin inférieur) et le Lek en amont de Vreeswijk une profondeur de 2 m. à l'étiage nommé ci-dessus.

Les travaux récemment exécutés et en cours de construction donneront

au Wahal une profondeur de 2.70 m., tandis que l'année passée le pouvoir législatif a voté les travaux, nécessaires pour assurer la profondeur désirée du Neder-Rijn et Lek.

L'Yssel de Gueldre, le bras du Rhin qui se jette dans le Zuiderzée, ne présente qu'une profondeur restreinte et ne permet à l'étiage que le passage de bateaux d'un tirant d'eau d'au plus 1 mètre.

La Meuse n'offre non plus une profondeur suffisante en amont de l'écluse de St Andries (entre le Wahal et la Meuse).

Au contraire les fleuves et les bras de mer dans les provinces de la Hollande-Méridionale et de Zélande ont une profondeur par ci par là très considérable, permettant une navigation fluviale ininterrompue.

Grâce aux améliorations successives de la rivière, les dimensions des bateaux navigant sur le Rhin se sont beaucoup accrues.

En 1878 le plus grand bateau avait une capacité de 850 tonnes tandis qu'il n'y avait que 9 bateaux d'une capacité dépassant 650 tonnes. Aujourd'hui il y a un grand nombre de bateaux de 800 à 1000 et plusieurs de 1200 à 1300 tonnes; de quelques uns la capacité monte même à 1500 tonnes.

Les dimensions les plus grandes sont: longueur 85 à 90 m., y compris le beaupré et le gouvernail, largeur 10.50 m., tirant d'eau à charge complet 2.70 m.

La majeure partie du trafic extérieur qui passe la frontière allemande, suit le Wahal. Il se dirige principalement vers Rotterdam, Dordrecht, et en partie vers Amsterdam (par le canal de Gorinchem à Amsterdam) et vers la Belgique par le Hollandsch Diep, les fleuves de la Zélande et le canal à travers Zuid-Beveland.

Une autre partie passe par le Neder-Rijn et le Lek en destination pour Arnhem, Utrecht, Amsterdam etc. ou par l'Yssel.

Les statistiques officielles donnent les chiffres suivants pour les marchandises entrées et sorties à Lobith, en tonnes de 1000 kgr.

	Marchandises entrées.		Marchandises sorties.		TOTAL.	
	1892.	1893.	1892.	1893.	1892.	1893.
Rotterdam . . .	537601	537979	2123894	2752070	2661495	3290049
Amsterdam . . .	104926	88547	106814	111139	211740	199686
Dordrecht . . .	71854	94709	112126	83732	183980	178441
Ports divers . .	1684846	1655321	123788	99925	1808634	1755246
Ports belges . .	665908	552500	781107	757583	1447015	1310033
	3065135	2929056	3247729	3804399	6312864	33455

Le tableau démontre que beaucoup de bateaux, qui en entrant ont transporté des marchandises à des ports divers viennent chercher ensuite, pour la sortie, des marchandises à Rotterdam.

Outre ce trafic il existe sur le Rhin et ses bras et sur les fleuves des provinces de la Hollande-Méridionale et de Zélande un mouvement de navigation intérieure très intense entre les diverses provinces du royaume et entre les Pays-Bas et la Belgique.

Les statistiques de ce trafic font défaut, ainsi que celles de la division de la navigation sur le Rhin entre les bras de cette rivière. Pour fixer les idées on peut citer les chiffres suivants :

En 1892, 18473 bateaux d'un tonnage de 1,416,889 m³, parmi lesquels 4469 bateaux à vapeur d'un tonnage de 335265 m³. passèrent le pont flottant sur le Neder-Rijn à Arnhem; 17135 bateaux d'un tonnage de 1,584,440 m³, dont 5651 bateaux à vapeur d'un tonnage de 531247 m³. passèrent le pont flottant sur le Lek en aval de Vreeswijk.

L'Yssel de Gueldre à Westervoort a eu en 1892 un trafic de 10836 bateaux, dont 2746 bateaux à vapeur, tandis que l'embouchure dans le Zuiderzee fut passée par 7277 bateaux, 3370 bateaux à vapeur, 17 navires de mer et 12852 bateaux de pêche.

Le canal de Zuid-Beveland, qui fait partie de la voie principale pour la navigation intérieure vers la Belgique, a été traversé par 32763 bateaux de rivière d'un tonnage de 3,468,697 m³.

Les canaux.

Le nombre des canaux navigables monte à environ 240; ils ont une longueur totale en nombre rond, de 3400 km. Environ 1550 km. sont situés dans les provinces de Frise et de Groningue, 400 km. dans les provinces de Drenthe et d'Overijssel, plus de 1000 km. dans les provinces de Hollande (Sept. et Mérid.) et d'Utrecht.

a. Canaux maritimes.

Parmi ces canaux, quelques uns ont été construits pour la navigation maritime. Ce sont: 1°. Le canal de la mer du Nord, d'Amsterdam à Ymuiden (longueur 27 km., mouillage 7.70 m.); 2°. le Grand canal de la Hollande-Septentrionale, d'Amsterdam au Nieuwe Diep (longueur 80.4 km., mouillage 5.50 m.); 3°. le canal à travers l'île de Voorne (longueur 9.85 km., mouillage 5.90 m.); 4°. le canal à travers l'île de Walcheren, de Flessingue à Veere (longueur 13.27 km., mouillage 7.45 m.); 5°. le canal à travers l'île de Zuid-Beveland (longueur 7.75 km., mouillage 6.50 m.); 6°. le canal de Terneuzen à Gand (longueur 33 km., dont 15.2 km. sur le territoire néerlandais, mouillage 6.05 m.); 7°. le canal de l'Eems, de Groningue à l'Eems (Delfzijl) (longueur 26.55 km., mouillage 4.50 m.).

Les canaux nommés sous 2 et 3 ont perdu presque toute leur importance pour la navigation maritime depuis la construction du canal de la mer du Nord et de la nouvelle embouchure de la Meuse à travers le

Hoek van Holland, mais ils sont encore d'une grande valeur pour la navigation intérieure.

Les canaux à travers Zuid-Beveland et Walcheren ont été construits à la suite de l'établissement du chemin de fer de Roosendaal à Flessingue et des barrages de l'Escaut Oriental et du Sloe.

La premier sert principalement pour la navigation intérieure, sur le second la navigation maritime se restreint à la partie de Flessingue à Middelbourg.

Le canal de l'Eems n'a qu'une importance secondaire pour la navigation maritime, la plupart des navires restant à Delfzijl.

Il va sans dire que la navigation intérieure profite largement des canaux maritimes, comme le montre le tableau A ci-joint.

b. Canaux pour la navigation intérieure.

Les canaux principaux construits spécialement pour la navigation intérieure, sont les suivants :

1. Dans les *provinces de Groningue et de Frise* :

1. Le *Damsterdiep*, de Groningue à Delfzijl (30.9 km.) ;

2. le *Reitdiep*, de Groningue au Lauwerzee (31 km.) ;

3. le *Winschoterdiep* et le *Stadskanaal* (65.2 km.), de Groningue par les colonies tourbières (Hoogezand, Veendam, Wildervank, Nieuw-Stadskanaal) et les tourbières, vers la frontière allemande, près de laquelle le canal est en communication avec l'Eems ;

4. le *canal de Groningue à Lemmer* (99.9 km.) par Bergumerdam, avec embranchement à *Stavoren* (30.5 km.) ;

5. le *canal du Lauwerzee* (Nieuwe Zijlen) à *Harlingen*, par Dokkum et Leeuwarden (62.8 km.).

Les deux canaux 4 et 5 sont reliés par divers canaux, passant par Dokkum, Leeuwarden et Harlingen. Dans le canal de Groningue à Lemmer aboutissent aussi plusieurs canaux de dimensions restreintes, menant vers les tourbières dans le sud-est de la province de Frise ; ces canaux sont en communication avec les canaux de Drenthe.

Tous ces canaux ont un trafic local important et desservent en outre le commerce extérieur, qui s'est concentré à Harlingue, Groningue et Delfzijl. Les bateaux et bateaux à vapeur, qui transportent les marchandises de Groningue et de Frise aux provinces occidentales, passent par les canaux 4 et 5 et doivent traverser le Zuiderzée.

Les dimensions des canaux nommés ci-dessus sont très différentes, surtout en Frise où ils traversent plusieurs lacs. Quoiqu'il y a des parties, qui permettent le passage de bateaux plus grands, on peut dire en général que ces canaux peuvent être passés par des bateaux d'une longueur d'environ 30 m., d'une largeur de 5 m. et d'un tirant d'eau de 1.40 à 1.60 m.

Le Stadskanaal ne comporte que des bateaux d'une longueur maximum de 22 m.

Les marchandises transportées sont principalement des produits agricoles (pommes de terre, grains et graines, lin, paille), des produits industriels (féculs de pommes de terre, papier, huile de lin), de la tourbe, du bétail, du beurre, du fromage et autres articles de consommation, des engrais et des matériaux de construction.

II. Dans les provinces de Drenthe et d'Overijssel :

1°. Le *Drentsche hoofdvaart* (canal principal de Drenthe), d'Assen à Meppel (43.84 km.), en communication d'une part avec Groningue par le Noord-Willemsvaart, et d'autre part par 2°. le *Meppelerdiep* (11.77 km.) avec le Zwarte Water, cours d'eau libre, menant au Zuiderzée par le Zwolsche Diep, et à Zwolle. Le Zwarte Water est relié à l'Yssel de Gueldre par 3°. le *Willemsvaart* (2.2 km.).

Dans le Drentsche Hoofdvaart aboutissent 4°. le *Oranjekanaal* (48.13 km.) et 5°. le *Hoogeveensche vaart* (55.81 km.), canaux pénétrant dans les tourbières étendues de la partie sud-est de Drenthe.

6°. Le *Dedemsvaart* du Zwarte Water au Vecht (39.87 km.), avec embranchement sur Coevorden (et de là au Hoogeveensche vaart).

7°. Les canaux d'Overijssel (96.71 km.), de Zwolle à Almelo (48.06 km.), avec embranchements à Deventer et au Vecht (et de là à Coevorden).

Tous ces canaux servent en premier lieu pour les transports de tourbe (aux villes, aux fours à chaux et aux briqueteries le long des rivières) en ensuite pour ceux de litière de tourbe, de produits agricoles, d'engrais, de matériaux de construction et d'articles divers de consommation.

Les dimensions de ces canaux permettent le passage à des bateaux d'une longueur de 23 m., d'une largeur de 5 m. et d'un tirant d'eau de 1.25 à 1.40 m. Les canaux d'Overijssel comportent des bateaux d'une longueur de 35.4 m. et d'une largeur de 5.90 m. Le Meppelerdiep et surtout le Willemsvaart ont des dimensions plus grandes pour satisfaire aux besoins du commerce de Meppel (bétail, beurre) et de Zwolle (bétail, produits agricoles et industriels, bois de charpente).

Les bateaux destinés pour les provinces occidentales traversent le Zuiderzée.

III. Dans les provinces de la Hollande-Septentrionale, de la Hollande-Méridionale et d'Utrecht.

Le canal de la mer du Nord avec ses canaux latéraux vers Spaarndam, vers Zaandam et ses jonctions au Zuiderzée, et par le Zaan, le canal de Nauwerna, le grand canal de la Hollande-Septentrionale, le Spaarne et les canaux d'Amsterdam, à toutes les voies navigables de la Hollande, est par là un des canaux les plus importants pour la navigation intérieure. Tous les bateaux des provinces du nord-est du royaume, en destination e. a. pour Amsterdam, Harlem, Leyde, La Haye, Rotterdam, Dordrecht, le Brabant-Septentrional, la Zélande et la Belgique, passent l'écluse de Schellingwoude.

Aussi le Grand Canal de la Hollande-Septentrionale, surtout la partie entre Amsterdam et Alkmaar, et le canal de Voorne, déçus de leur rang

de canal maritime de premier ordre, sont encore des canaux importants pour la batellerie.

En dehors de ces canaux maritimes il faut nommer en premier lieu 1°. la voie navigable nommé *canal du Merwede*, reliant Amsterdam au Lek et au Merwede par Utrecht, Vreeswijk et Gorinchem (70.9 km.). Ce canal a été ouvert jusqu'à Vreeswijk le 4 Août 1892, et jusqu'à Gorinchem le 1 Mai 1893. Il a été creusé tout neuf d'Amsterdam à Utrecht; d'Utrecht à Gorinchem il suit en général le cours de l'ancien canal d'Amsterdam à Gorinchem (Keulsche Vaart et Zederik-kanaal), qui a été rectifié.

Les dimensions minimum de ce canal sont: largeur au plafond 20 m., mouillage 3.10 m.; les écluses ont une longueur de 120 m. et une largeur de 12 m.

Les chemins de fer, qui traversent le canal entre Utrecht et Amsterdam, ont été détournés et rehaussés et passent sur des ponts fixes.

Par ce canal les bateaux du Rhin du plus grand tonnage puissent atteindre Amsterdam.

2°. L'ancien canal, nommé le *Keulsche Vaart* passe par Utrecht, suit le Vecht jusqu'à Weesp et aboutit à Amsterdam par l'Amstel. Il est relié au canal du Merwede à Nichtevecht, et au Zuiderzée par le Vecht. Les dimensions sont très différentes; des bateaux d'une longueur de 52 m., d'une largeur de 7.50 m. et d'un tirant d'eau de 2.10 m. sont admis.

Le canal dessert la ville d'Utrecht et les endroits le long du Vecht.

3°. Les *voies navigables reliant Amsterdam à Rotterdam* sont au nombre de deux en ce qui concerne la partie entre Amsterdam et le Gouwe. Les bateaux peuvent suivre l'Amstel ou bien le canal le long du Haarlemmermeerpolder (lac de Harlem desséché) pour atteindre l'Oude Rijn (le vieux Rhin); ils passent ensuite par le Gouwe et atteignent l'Yssel-hollandais non canalisé à Gouda (51.64 km. de Gouda à Amsterdam par l'Amstel). Ces deux voies ont des dimensions très variées et permettent le passage de bateaux du Rhin et autres d'une largeur de 7.40 à 7.50 m. et d'un tirant d'eau de 2.10 m. La longueur des bateaux est limitée à 46.7 m. par l'écluse à Gouda. Par l'*Oude Rijn*, qui présente un bon canal du Gouwe à Leyde, les bateaux arrivent à Leyde; l'Oude Rijn conduit aussi à Utrecht, mais les écluses et ponts présentent sur ce trajet des dimensions insuffisantes.

4°. La province de la Hollande-Méridionale vient d'améliorer le canal reliant l'Oude Rijn à Leyde au Schie à Delft, de sorte que des bateaux du Rhin d'un assez grand tonnage (qui pouvaient atteindre Delft) puissent arriver par Voorburg à Leyde et par un embranchement à La Haye. Par ces travaux des bateaux d'un tirant d'eau de 2.50 m. d'une longueur de 51 m. et d'une largeur de 7.50 m., peuvent naviguer entre la Meuse et La Haye après l'achèvement du port projeté près de cette ville.

Sur ces canaux, qui communiquent avec les nombreux „grachten” (canaux) des grandes villes et avec le réseau de petits canaux et cours

d'eau qui traversent les polders et les villages, se font des transports de toute nature par des bateaux de toute espèce et grandeur. Ils servent également pour le commerce vers l'Allemagne et la Belgique que pour les transports aux ports de commerce et les transports mutuels locaux et interprovinciaux de produits agricoles et industriels, de bétail, de lait, de beurre et de fromage, de matériaux de construction, de combustibles, d'engrais, etc.

IV. Dans les provinces du Brabant-Septentrional et de Limbourg.

Ici on trouve 1^o. le *Zuid-Willemsvaart* de Bois-le-Duc à Maastricht (122.58 km. dont 77.93 sur le territoire néerlandais), 2^o. le *canal de Maastricht à Liège* (25.35 km. dont 4.94 sur le territoire néerlandais) et le *Dieze canalisé* (5.79 km.) de Bois-le-Duc à la Meuse près Crèvecoeur.

Les dimensions de ces canaux admettent des bateaux d'une longueur de 50 m., d'une largeur de 5 m. et d'un tirant d'eau de 1.90 m. Ces canaux sont d'une grande importance pour les transports de produits industriels de Maastricht, Helmond, Eindhoven (rélié par un embranchement) et Bois-le-Duc, de houille, etc.

Le trafic sur les canaux principaux, *autant qu'il se rapporte à la navigation intérieure*, est mentionné sur le tableau A ci-joint. Dans les provinces nord-est le mouvement le plus grand existe sur le Meppelerdiep et sur le canal de Groningue à Lemmer. Dans le sud ce sont le canal à travers Zuid-Beveland et le Dieze qui ont le trafic le plus considérable, tandis que dans les provinces de Hollande et d'Utrecht le mouvement annuel dépasse 1 million de m³ sur la partie sud du Grand canal de la Hollande-Septentrionale, sur le canal du Merwede, le Keulsche Vaart, le canal de la Meuse par Delft à Leyde et les voies navigables entre Gouda et Amsterdam.

Pourtant il faut remarquer que les chiffres du tonnage des canaux reliant Amsterdam au Lek et à Gouda subiront un changement à cause de l'ouverture du canal du Merwede. Sur ce canal la navigation est entièrement gratuite, ce qui emmène un déplacement assez considérable du trafic.

Le Zuiderzée.

Le mouvement de bateaux à voiles et de bateaux à vapeur sur le Zuiderzée est très intense. Environ 40 p. 100 des bateaux passent par les écluses à Schellingwoude près Amsterdam; en 1892 le nombre des bateaux éclusés a été 94063.

Le tonnage de ces bateaux est au maximum 190 m³; les bateaux à voiles ont un tonnage moyen de 60, les bateaux à vapeur de 110 m³.

Le transport de voyageurs sur les rivières, les canaux et le Zuiderzée.

Le transport de voyageurs sur les voies navigables des Pays-Bas mérite une mention spéciale. Ce transport s'effectue par bateaux à vapeur et non seulement sur le Rhin et ses bras, sur l'Escaut et sur le Zuiderzée, mais

aussi sur les canaux. Quoique les anciens „trekschuiten” (bateaux halés pour voyageurs) ont succombé presque partout, le transport de voyageurs sur les canaux n'a pas diminué; seulement les anciens moyens de transport ont été remplacés par de meilleurs, c.-à-d. par des bateaux à vapeur. Ces bateaux à vapeur ont de grands avantages: les transports se font à bon marché, le voyage est commode et agréable, les bateaux traversent les villages, bâtis le long des canaux, dans toute leur étendue et pénètrent jusque dans les villes, et la vitesse est assez grande. Aussi il y a des contrées en Frise et surtout en Hollande, où le bateau à vapeur forme le seul moyen de transport, parce que le chemin de fer est trop éloigné tandis que les digues le long des canaux sont trop étroites pour les transports par terre. (1)

De même pour beaucoup d'endroits situés le long des rivières le bateau à vapeur est le moyen de transport par excellence; il est même indispensable pour les habitants des îles de la Hollande-Méridionale et de Zélande, de la Flamande-Zélandaise, etc.

(1) La situation des villes et des villages le long de canaux navigables et les dépenses considérables jointes à la construction de routes à cause de la configuration du terrain et de la manque de solidité du sol, expliquent le développement des „trekschuiten” en Hollande et font comprendre la prédilection pour ces moyens de transport à une époque où le temps n'avait pas encore une grande valeur.

Aussi les premiers chemins de fer ont rencontré une opposition sérieuse; beaucoup de personnes les croyèrent inutiles ou du moins superflus. Le rapport au roi GUILLAUME I de la commission officielle installée pour étudier la question de l'établissement de chemins de fer en Hollande est très curieux. La commission était d'avis que la construction d'un chemin de fer d'Amsterdam à Arnhem serait désirable, surtout vu l'établissement d'un chemin de fer d'Anvers vers Cologne par les Belges. Ce chemin de fer pourrait être prolongé plus tard jusqu'à Lobith sur le Rhin, peut-être à Cologne.

Un chemin de fer pour Rotterdam ne paraissait nullement urgent. Les transports de marchandises et de voyageurs de Rotterdam à Cologne s'effectuaient régulièrement par les bateaux à vapeur, qui faisaient le voyage v. v. en 5 jours, arrêts inclus. Aussi le commerce n'exigeait point tant de vitesse. Même l'association pour la navigation à Cologne avait refusé de payer 18 centimes par 50 Kgr. (3.60 francs par tonne) pour le remorquage de Rotterdam à Lobith, et préférait de faire le trajet de Rotterdam à Cologne en 16 jours au lieu de 8 ou 5.

Le vice-président de la chambre de commerce de Rotterdam ne pouvant se réunir entièrement aux conclusions de la commission, présenta au roi une note spéciale. Non seulement il jugeait un chemin de fer pour Rotterdam une chose inutile, mais il était d'avis que pour Amsterdam on pourrait très bien se servir de bateaux à vapeur suivant le Lek, avec une correspondance de bateaux halés à grande vitesse de Vreeswyk à Amsterdam. La compagnie néerlandaise de bateaux à vapeur à Rotterdam était disposée à entreprendre un service de ce genre. Si le transbordement des marchandises et de voyageurs à Vreeswyk prendrait trop de temps, le bateau à vapeur pourrait prendre le „trekschuit” à la remorque et on effectuerait le transbordement en route. Le vice-président espérait que le commerce d'Amsterdam voudrait bien en faire un essai.

Les temps ont bien changé. Pourtant il ne faut pas perdre de vue, qu'en 1835 (le rapport date de 1836) le total des transports par le Rhin, de Rotterdam aux villes allemandes de Wesel jusqu'à Mannheim, ne s'élevait qu'à 45426 tonnes, dont 21038 tonnes en destination pour Cologne. En 1893 le mouvement total sur le Rhin à Lobith a été: marchandises entrées 2929056 tonnes de 1000 kgr., dont 537979 pour Rotterdam; marchandises sorties 8804899 tonnes, dont 2752070 venant de Rotterdam.

Des statistiques concernant le nombre de voyageurs transportés par bateaux à vapeur font défaut, mais ce nombre est considérable (1). Il y a aujourd'hui environ 130 compagnies ou entrepreneurs, qui ont installés des services réguliers de bateaux à vapeur pour ces transports sur les rivières, les canaux et le Zuiderzée. Il va sans dire que ces bateaux transportent en même temps des marchandises. La vitesse de marche est différente; sur les canaux où elle est limitée par des règlements de police, la vitesse commerciale est ordinairement 6 à 10 km. à l'heure, mais souvent aussi de 10 à environ 15 km.

Les grands bateaux (à roues) de la C^{ie} de bateaux à vapeur de Cologne et de Düsseldorf, font le trajet d'Arnhem à Rotterdam par le Lek (122 km.) en 7 et en sens inverse en 8 heures, tandis que les bateaux de la C^{ie} néerlandaise de navigation par bateaux à vapeur parcourent le trajet de Nimègue à Rotterdam par le Wahal (111⁵ km.) en 6 et en sens inverse en 8 heures, ce qui donne des vitesses commerciales de 14 à 15 km. à l'heure pour la remonte et environ 18 km. à l'heure pour la descente.

Les bateaux à vapeur de la C^{ie} néerlandaise ont les dimensions suivantes: longueur 71 à 73.4 m.; largeur 13 à 14.3 m., tirant d'eau à charge 1.02 à 1.40 m. Les machines ont une puissance de 100 et 120 chevaux; les bateaux les plus grands peuvent transporter 1500 personnes à la fois. Les bateaux à vapeur faisant le service entre Rotterdam et Gorinchem sont de 80 à 100 chevaux; ils ont une longueur de 45 à 60 m. et peuvent transporter 700 à 1000 personnes à la fois. Les bateaux de rivière plus petits peuvent transporter ordinairement 200 à 300, souvent 500 à 800 personnes; la longueur varie de 20 à 50 m., le tirant d'eau de 1.10 à 2.25 m.

Les dimensions des bateaux à vapeur circulant sur les canaux sont plus petites; la longueur varie de 15 à 35 m.; elle est souvent 20 à 25 m.; le tirant d'eau varie de 1.00 à 1.50 et monte à 1.80 m. Ces bateaux peuvent souvent transporter 80 à 100, mais quelquefois 150 à 200 personnes; ordinairement ils sont de 12 à 20 chevaux, mais il y en a, qui ne sont que de 6 à 8 chevaux.

II. LES MOYENS DE TRACTION ET DE PROPULSION EN USAGE SUR LES RIVIÈRES ET LES CANAUX DANS LES PAYS-BAS.

Sur les „grachten” (canaux) des villes les bateaux sont souvent poussés au moyen d'un croc, ou halés à bras d'homme. On se sert aussi du croc là où il s'agit de déplacer de petits bateaux sur les petits canaux et cours d'eau dépourvus de chemins de halage, dans les „polders”. Le halage, souvent à bras d'homme et malheureusement aussi à bras de femme, est exercé sur quantité de canaux, quand les bateaux ne sont pas arran-

(1) Le passage d'Enkhuizen à Stavoren transporte plus de 80000 voyageurs par an.

gés pour faire voile où bien si les canaux ne permettent pas la navigation à la voile. Dans ce cas les bateaux d'un certain tonnage où ceux qui demandent une plus grande vitesse, sont halés par des chevaux. La plupart des canaux sont pourvus de chemins de halage, du moins d'une côté du canal.

La navigation à la voile est très usitée et ça s'explique facilement. Les petits bateaux qui naviguent sur les rivières et les bras de mer dans la partie sud-ouest du royaume ou qui traversent le Zuiderzée sont forcément arrangés de manière à pouvoir se transporter eux-mêmes, le remorquage étant trop cher ou impraticable. Aussi beaucoup de canaux, traversant des petits lacs ou suivant les cours d'eau autour des dessèchements, sont suffisamment larges, pour permettre, dans le pays plat où il y a presque toujours du vent, de naviguer à la voile.

A côté des bateaux à voiles il y a une quantité croissante de bateaux à vapeur.

La navigation à vapeur sur le Rhin date de l'année 1816; depuis, cette navigation s'est répandue sur toutes les rivières et tous les canaux de quelque importance.

Nous avons déjà fait mention des bateaux de voyageurs; la minorité de ces vapeurs sont des bateaux à roues p. e. les bateaux de Rotterdam à Mannheim, à Gorinchem, à Nimègue, à Bois-le-Duc, à Anvers par les rivières, et d'Amsterdam à Zwolle et à Harlingen, par le Zuiderzée, etc., la plupart sont des bateaux à hélice; de même les bateaux-porteurs et les remorqueurs.

Sur les canaux on ne trouve que des bateaux à hélice, sauf de rares exceptions.

Le nombre des bateaux à vapeur de toute espèce, actuellement en service sur les rivières, les canaux et le Zuiderzée peut être évalué à 1250 (1).

En Frise il y avait en 1891 80 services différents. 185 services avaient en 1892 leur siège dans la Hollande-Méridionale; le nombre des bateaux destinés pour le transport de voyageurs et de marchandises était dans cette province 185, celui des remorqueurs 230. Des sociétés ou entrepreneurs, possédant de vraies flottes de remorqueurs pour la navigation intérieure se trouvent à Amsterdam, Rotterdam, Slidrecht, Alblasser-

(1) Une statistique officielle très détaillée démontre qu'il y avait le 1 Janvier 1883:

18 vapeurs pour les services par les rivières vers l'Allemagne, de 1202 chevaux,
18 » » » » » et les canaux vers la Belgique,
de 684 chevaux,

518 vapeurs pour les transports intérieurs sur les rivières et les canaux,
d'une puissance totale de 10911 chevaux (21 chev. en moyen),

et 317 remorqueurs, de 9221 chevaux (29 chev. en moyen)

En total: 871 vapeurs.

Depuis cette année une statistique si détaillée n'est plus publiée.

dam; puis à Dordrecht, Gorinchem, Gouda, Oudshoorn, Utrecht; d'autres à Arnhem, Nimègue et quelques-uns à Groningue, Harlingen, etc.

Parmi les bateaux qui naviguent à la remorque il faut nommer en premier lieu les bateaux du Rhin de toute grandeur, puis les petits bateaux qui ne sont pas arrangés pour faire voile et les tjalks et autres bateaux chargés de tourbe, de foin, etc. remorqués par convois.

La puissance des remorqueurs est très variée; à l'exception de ceux qui servent pour le remorquage de vaisseaux de mer (dont la puissance monte à 100 jusqu'à 165 chevaux et même 200) les remorqueurs pour la navigation intérieure sont de 10 à 90 chevaux, très souvent de 10 à 20 sur les canaux ordinaires, et de 20 à 50 chevaux, sur les rivières et les grands canaux.

Les bateaux de voyageurs ou de marchandises et les remorqueurs sont mus par la vapeur. Pourtant on a installé récemment de petites machines à pétrole sur plusieurs petits bateaux, partant à un temps réglé. Ces machines, d'une puissance de quelques chevaux, agissent sur l'axe de l'hélice par l'intermédiaire de courroies. Ces machines, construites dans les ateliers de M. VAN RENNES à Utrecht d'après son système, ont donné des résultats très satisfaisants.

La navigation sur les rivières et les canaux est soumise aux dispositions de la loi établie pour prévenir l'abordage sur les eaux publiques dans le royaume, ouvertes à la navigation, et des lois sur les transports de poudre à canon et autres matériaux inflammables ou explosifs et sur les travaux maritimes de l'Etat, ainsi qu'aux stipulations des règlements et mesures, qui en résultent.

La navigation est réglé en général: 1°. par un règlement général de police sur les rivières, les canaux, les ports, les écluses, les ports etc. administrés par l'Etat, fixé par arrêté royal du 13 Août 1891, et par divers règlements de police spéciaux ayant rapport à ces rivières, canaux, etc.; 2°. par des règlements de police provinciaux et autres sur les canaux administrés par les provinces, les communes, etc.

L'acte de la navigation sur le Rhin, conclu entre les états riverains, stipule que la navigation sur le Rhin et ses embouchures soit entièrement libre pour les bateaux de toutes les nations, de Bâle jusque dans la mer, sauf les mesures prescrites dans l'acte même ou par des règlements de police.

Les règlements de police, général et spéciaux, sont très libéraux à l'égard du halage, qui est libre, ainsi qu'à l'égard de la navigation à vapeur sur les rivières et canaux. La navigation à vapeur est admise sur tous les canaux de quelque importance, à l'exception du Oranje-kanal, où elle est interdite et de quelques canaux en Overijssel, où elle n'est admise que sur une autorisation spéciale. Sur plusieurs canaux en Drenthe et en Overijssel et dans les tourbières la navigation à vapeur n'est pas exercée à cause des dimensions insuffisantes des canaux et du grand nombre des écluses.

Le tableau A montre les dimensions maximum des bateaux admis sur les canaux principaux, la vitesse maximum tolérée des vapeurs isolés et des remorqueurs, et le nombre maximum des bateaux admis dans les convois remorqués. Les vitesses admises dépendent du tirant d'eau des bateaux. Près des ponts, écluses etc. et en passant des bateaux en sens inverse ou des bateaux très chargés, en chargement ou déchargement, etc. la vitesse doit être diminuée à 75 m. à la minute.

Pour les bateaux à vapeur d'un tirant d'eau ne dépassant 1.25 m., la vitesse minimum est — sauf quelques exceptions — 140 à 250 m. à la minute ou 8.4 à 15 km. à l'heure; la vitesse des convois remorqués est quelquefois limité à 80—100, sur quelques canaux maritimes à 150 m. à la minute; le nombre des bateaux remorqués par convois varie de 4 à 8 pour les petits canaux, de 8 à 18 pour les grands canaux.

Dans les petits canaux de la Frise, où le mouillage est 1.50 m. ou environ, les petits vapeurs d'une longueur de 20 m., d'une largeur de 3.40 m. et d'un tirant d'eau de 1.20 m. (1) peuvent marcher le jour à une vitesse de 133 m. à la minute, la nuit à 100 m.

Sur le canal du port d'Edam (sur le Zuiderzée) au Grand canal de la Hollande-Septentrionale à Schouw (par Monnikendam), la vitesse maximum des vapeurs est réglée d'une manière spéciale. Ce canal a des dimensions restreintes (2), et les bateaux à vapeur marchant à une vitesse illimitée, les berges et les talus furent attaqués d'une manière effrayante. On résolut de fixer des vitesses maximum, mais des essais spéciaux firent remarquer, que la vitesse de marche du vapeur n'augmentait plus au delà d'un certain nombre de tours de l'hélice; et qu'alors le travail de la machine ne servait plus qu'à augmenter le mouvement de l'eau et la destruction des berges. Avec une vitesse de rotation de l'hélice restreinte on pouvait atteindre à peu près la même vitesse de marche, sans dédommager les bermes et talus (3).

Depuis on a fixé le nombre maximum à la minute des tours de l'hélice, en rapport avec les dimensions du canal, à 120 jusqu'à 140.

Ce règlement se prête à un contrôle très facile. Il me semble que ces essais méritent l'attention de tous les ingénieurs, qui s'intéressent à la propulsion ou la traction sur les canaux.

(1) Ces bateaux font le service sur Gorredijk, Drachten, Heerenveen.

(2) La largeur au plafond est 8.4 à 9.2 m., la largeur à la flottaison 17.2 m., le mouillage 2.10 à 2.20 m. Les dimensions maximum des tjalks sont: largeur 4.50, tirant d'eau 1.70 à 1.80 m.; dimensions maximum des bateaux à vapeur: longueur 31 m., tirant d'eau 1.70 m.

(3) Voir la communication de M. SCHOLTENS, ingénieur en chef du Waterstaat provincial dans la province de la Hollande-Septentrionale, dans la séance de l'Institut royal des ingénieurs, du 14 Février 1893. (Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, 1892/93. Notulen der vergaderingen. Derde aflevering.) MM. DEKING DURA et VAN DER VEGT ont fait la même observation sur les canaux en Overijssel et dans la Hollande-Méridionale (voir le compte-rendu de la séance mentionnée).

Ils prouvent que sur chaque voie navigable il y a une certaine limite de vitesse, dépendant du rapport entre les dimensions du canal et celles du bateau. Au delà de cette vitesse, l'augmentation de la puissance de la machine, aussi bien que la défense énergique des berms et talus, peuvent être considérées comme des dépenses inutiles.

Pour accélérer la marche des bateaux il faut donc commencer par diminuer la résistance de l'eau, faciliter l'écoulement de l'eau à côté et au dessous du bateau; c'est-à-dire changer la forme et les dimensions du bateau ou élargir le canal.

III. LES NOUVEAUX SYSTÈMES DE TRACTION PROPOSÉS OU ESSAYÉS.

On a proposé, essayé ou mis en service régulier plusieurs systèmes de traction, pour remplacer le halage à bras d'homme ou par chevaux ainsi que le remorquage.

On pourrait nommer ces systèmes en général, des systèmes de halage mécanique.

Ces systèmes s'appliquent en premier lieu à la traction de bateaux dépourvus de moyens de propulsion (voiles, roues, hélices, etc.), mais la question a été soulevée, s'il n'y avait pas lieu de les préférer sur les canaux aux différents systèmes de propulsion, au point de vue de l'économie et de la régularité.

On peut diviser les divers systèmes en deux groupes, renfermant; 1^o. les systèmes de *touage* ou de *halage par chaîne ou câble noyés*; 2^o. les systèmes de *halage par câbles actionnés des digues du canal*.

a. Touage.

Le touage est exercé depuis longtemps sur plusieurs rivières, e. a. sur la Seine canalisée, l'Elbe, le Rhin entre Bonn et Bingen, le Neckar, le Danube, la Meuse canalisée belge, et on peut certainement dire que ce système est d'une grande importance là où il s'agit de transports considérables sur des rivières présentant de fortes pentes. Dans ces cas, et surtout si le mouillage est faible, le toueur dépasse tous ses rivaux pour la navigation à la remonte. Ce n'est plus du tout la même chose sur les rivières à faible pente, surtout si la largeur et le mouillage sont suffisants. Aussi le touage établi sur le Rhin inférieur entre Rotterdam en Ruhrort n'a pas eu du succès; le service a été suspendu en 1878, après une courte existence.

On peut dire que le touage sur câble ou sur chaîne ne présente point d'avantages de quelque importance pour la navigation sur les rivières à courant libre dans les Pays-Bas. A la rigueur on pourrait excepter la Meuse de Venlo à Maestricht, qui n'est guère navigable à cause des fortes pentes et du mouillage insuffisant, mais le canal de Maestricht à Bois-le-Duc remplace la rivière.

Le touage n'a pas trouvé encore beaucoup d'emploi sur les canaux,

parce que là en général la traction ne demande pas beaucoup de force.

Aussi les écluses sont souvent un obstacle pour la formation de convois convenables. Le système offre l'avantage d'épargner les berges; en contre la vitesse de marche est assez limité.

Surtout la rencontre de deux convois donne lieu à des difficultés et des pertes de temps considérables, parce qu'il faut que chaque toueur échange son train avec l'autre. Il faut donc diviser le canal en sections, sur lesquelles les toueurs font un service à la navette, ce qui demande beaucoup de matériel et beaucoup de régularité, où bien le toueur doit descendre et remonter le canal dans toute sa longueur, ce qui diminue excessivement le nombre de trains par jour.

En outre le système d'entraînement sur la chaîne qui s'enroule un nombre de fois sur des tambours, ou sur le câble qui est pris entre les griffes d'une poulie de FOWLER, donne lieu à des tensions extraordinaires qui causent des ruptures de chaîne ou de câble.

Pour obvier à ces défauts du système, qui se font sentir en partie aussi sur les rivières et les rivières canalisées, M. BELLINGRATH a inventé et installé sur les toueurs sur l'Elbe des poulies, qui n'exercent sur la chaîne que des tensions normales. M.M. MOLINOS et DE BOVER ont cherché et trouvé un nouveau système permettant de jeter la chaîne à l'eau sans difficulté en tous points du parcours. Ce système se compose d'une poulie dont les lèvres constituent les deux pôles d'un électro-aimant, qui fait adhérer la chaîne dans la gorge. Ils proposent de remplacer les toueurs actuels par des remorqueurs-toueurs munis d'un appareil de touage dont ils ne se serviraient qu'à la remonte. Leur système pourrait s'appliquer aussi sur les canaux.

MM. MOLINOS et DE BOVER proposent à ce sujet de placer sur les bateaux une petite poulie magnétique et une dynamo pouvant donner sur son arbre une force de 3 chevaux ce qui suffit pour donner au bateau une vitesse de 3 km. à l'heure. L'ensemble d'un poids de 1500 kg. serait installé à bord à l'entrée d'un canal et devrait être rendu à la sortie. Deux câbles, reliés de distance en distance, soit par-dessus, soit par-dessous le canal, formeraient le conducteur électrique, qui fournirait le courant aux bateaux montants et aux bateaux descendants au moyen de chariots et de fils souples, à la manière employée pour les tramways électriques. Le fils aboutirait d'une part au chariot, d'autre part à la dynamo et serait soutenu par une poulie fixée au mât de façon à être maintenu au-dessus du chemin de halage.

Des usines de production d'électricité seraient réparties le long du canal.

La chaîne noyée serait d'un poids de 4 kg. par mètre. Dans un grand canal on aurait deux chaînes.

Cette disposition est sans doute praticable et même attrayante. Pourtant il me semble qu'elle ne manque pas d'avoir des inconvénients. En premier lieu le système a le même défaut que celui de M. BOUQUIÉ, qui également

proposait de placer sur chaque bateau des appareils de traction transposables (poulie à empreintes et locomobile). Il est vrai que le poids de l'installation proposée par MM. MOLINOS et DE BOVET n'est par excessif, du moins pour la vitesse de 3 km.; pourtant la mise à bord du bateau et la pose de la chaîne, ainsi que le déchargement prendront beaucoup de temps et demanderont l'aide de grues. Cet inconvénient a surtout de l'importance pour des canaux de peu de longueur. Aussi il me semble qu'il n'est pas une chose si facile de jeter la chaîne et de la repêcher à la rencontre de deux bateaux, et ces rencontres seront assez fréquentes, puisque les bateaux marchent isolément. Pour poser deux chaînes il faut que la largeur du canal au plafond soit bien grande; autrement les chaînes seraient certainement exposées à se mêler. Et même pour les canaux très larges ce danger existe dans les courbes, tandis qu'il ne faut pas perdre de vue que les bateaux, en premier lieu ceux d'un grand tirant d'eau, chercheront toujours de suivre l'axe du canal, surtout la nuit, pour éviter des endommagements et qu'ils sont forcés de s'éloigner des bords en passant des bateaux et radeaux amarrés. Le système devient impraticable pour des vitesses un peu plus grandes et se complique si le tonnage des bateaux varie beaucoup, et qu'on est forcé d'avoir une provision d'appareils de différentes grandeur et puissance.

Les mêmes défauts sont adhérents au système de M. BÜSSER (à Oderberg), qui a proposé également de pourvoir chaque bateau d'une petite poulie et d'une dynamo, et de faire actionner la dynamo par un courant électrique conduit par des câbles le long du canal.

Aussi on se demande s'il ne vaudrait pas mieux d'installer les appareils (poulies et dynamo) sur de petits toueurs, restant en service continu sur le canal. Cela demanderait du personnel, mais en contre on n'aurait plus besoin de personnel pour le chargement et le déchargement des appareils et on gagnerait beaucoup de temps.

La question de la force motrice pourrait être séparée alors de la question de la traction, ce qui peut présenter de grands avantages. En plaçant des appareils transposables à bord des bateaux, on est forcément conduit à une installation électrique le long du canal, puisque le chargement et le déchargement de locomobiles seraient impraticables. En les plaçant à bord de petits toueurs, on peut employer toute force motrice et tout moteur voulu, électricité, machines à vapeur ordinaires, machines à vapeur système SERPOLLET, machines à pétrole, accumulateurs, etc. Les machines SERPOLLET, les machines à pétrole et les accumulateurs qui sont très commodes et en même temps très économes, méritent surtout l'attention.

Aussi on pourrait employer en cas la vapeur de bateaux à vapeur pour mettre en mouvement la poulie et la dynamo, ce qui permettrait le passage de ces bateaux sur des canaux où l'emploi de l'hélice ne pourrait être permis. A la sortie du canal ces vapeurs continueraient le voyage de la manière usitée.

Le touage est appliqué avec beaucoup de succès sur le canal de St. Quentin (touage ordinaire) et récemment à Pouilly sur le canal de Bourgogne d'après le projet de M. GALLIOT (touage électrique: toueur avec roue à empreintes et dynamo recevant le courant électrique par des câbles conducteurs le long du canal; le courant est fourni par des turbines). Mais dans ces cas il s'agit de faire passer les bateaux par des souterrains sur de petites distances (quelques kilomètres), où le canal est à une seule voie, et les bateaux naviguent par trains, marchant alternativement dans l'un et dans l'autre sens.

Le touage est appliqué aussi sur le canal de Bruxelles à Willebroeck; les trains marchent là à une vitesse de 5.1 km. à l'heure, et d'une manière satisfaisante. Mais le service est installé par la ville de Bruxelles, propriétaire du canal, et le touage (par convois) est obligatoire.

Il me semble qu'on pourrait conclure comme suit: La question du touage sur les canaux ne paraît pas encore avoir trouvée une solution satisfaisante. Le touage à poulie magnétique présente un grand progrès en ce qui concerne la traction mécanique sur les rivières et les rivières canalisées. Quant à la traction sur les canaux, l'emploi de la poulie magnétique inventée par M. DE BOVER, peut offrir de même des avantages importants, mais l'application la plus pratique n'est pas encore trouvée et demande la poursuite des études et des essais.

b. Traction par des machines ou des appareils, placés le long du canal.

Les essais remarquables de traction par des machines ou des appareils placés le long du canal faits en France et en Prusse comprennent le halage funiculaire et le halage par locomotive. Ces essais sont trop connus pour entrer ici dans le détail. (1)

Le *halage funiculaire* a été essayé en pratique par M.M. RIGONI, ORIOLE et LÉVY, mais ce n'est que le système de M. MAURICE LÉVY, qui a été l'objet d'essais très sérieux de la part des gouvernements français et prussien. Le système a fonctionné un certain temps sur les canaux St. Maur et St. Maurice près de Charenton, où toutes les difficultés techniques possibles sont réunies; le système va être établi définitivement au bief de partage du canal de l'Aisne à la Marne (au souterrain), tandis qu'on l'étudie aussi sur une section du canal de St. Quentin.

Les essais en France et en Prusse ont montré que le système est praticable et qu'il pourra probablement donner des résultats très satisfaisants au point de vue de l'économie.

(1) En 1891 j'ai eu le plaisir de donner un ample aperçu de ces essais dans «De l'Ingenieur» n°. 4 du 24 Janvier 1891.

La manière extrêmement ingénieuse et simple de laquelle les bateaux s'amarrent au câble sans fin, permet à chaque bateau de commencer et de terminer le voyage à chaque endroit et à chaque moment. Aussi la question du passage de la corde d'amarre par les poulies a trouvé une solution parfaite.

Les essais ont démontré tout-de-même un grand inconvénient: la rotation du câble sans fin. Mais il faut croire qu'on parviendra à obvier à cet inconvénient (1).

Pourtant la question est encore ouverte, si le système si ingénieux puisse se prêter avec succès à l'exploitation de canaux d'une certaine longueur, et sur lesquels il y a un mouvement très variant de bateaux de différent tonnage.

Dans ce cas il faut diviser le canal en plusieurs sections assez petites, ayant chacune son câble sans fin. Mais néanmoins le nombre ou bien le tonnage total des bateaux qui s'amarrent à la fois au câble sans fin pourrait devenir trop grand; aussi l'amarrage de bateaux dépassant certain tonnage pourrait donner des chocs et causer des ruptures.

Le câble sans fin doit être en mouvement continu pendant toute la journée et pendant une partie de la nuit, même s'il n'y a pas de bateaux. Ce mouvement, joint à la traction oblique des bateaux, doit donner lieu à une usure très grande du câble ainsi que des poulies, surtout dans les courbes. L'échange du câble doit prendre assez de temps; pour éviter l'interruption de la navigation, on procédera à l'échange les Dimanches ou bien en hiver, mais en cas de rupture du câble la navigation sera forcément interrompue et éprouvera sur tout le canal l'effet de l'accident. Ces ruptures peuvent devenir dangereuses surtout dans le centre des villages situés le long du canal.

La vitesse est restreinte et ne dépasse pas 0.7 m. à la seconde ($2\frac{1}{4}$ km. à l'heure); on espère pouvoir la porter à 1 m. à la seconde ou $3\frac{1}{2}$ km. à l'heure, ce qui est certainement la limite extrême vu l'amarrage de bateaux d'un grand tonnage. La vitesse est naturellement absolument la même pour tous les bateaux.

La traction par locomotive, d'abord pratiquée en France sous des conditions désavantageuses, a été essayée de nouveau en Prusse. Les résultats ont été satisfaisants au point de vue technique mais pas du tout au point de vue économique. Pourtant il me semble que ce système pourrait présenter dans certains cas des avantages réels. La vitesse peut être portée à 2 m. à la seconde (7.2 km. à l'heure) si non plus, et l'usure est petite. Les dépenses de premier établissement sont grandes, mais ne dépassent pas beaucoup celles du halage funiculaire, qui sont évaluées à 18000—25000 francs le kilomètre, du moins si le chemin le long du canal se prête à y poser

(1) M. BÜSSER (à Oderberg) a proposé de prendre un câble plat au lieu d'un câble rond et de le faire marcher par des moteurs électriques.

des rails. Ce chemin doit être assez large et le canal ne doit pas présenter des courbes d'un rayon trop petit, ni avoir beaucoup d'écluses.

Les frais d'exploitation resteront en général trop grandes en employant des locomotives ordinaires, qui ne constituent pas des machines fort économiques. Aussi il me semble que des machines d'une puissance assez faible mues par l'électricité, puissent donner de meilleurs résultats. L'installation ressemblera alors à un tramway électrique, au besoin à crémaillère, qui, au lieu de trainer des wagons, trainerait un bateau ou un petit nombre de bateaux.

IV. LA QUESTION DE LA PROPULSION ET DE LA TRACTION CONSIDÉRÉE SOUS LE POINT DE VUE NÉERLANDAIS.

Nous pouvons passer sous silence les rivières et le Zuiderzée, sur lesquels le halage mécanique est exclu et sur lesquels les systèmes de propulsion actuels (bateaux à voiles, bateaux à vapeur pour voyageurs et pour marchandises, à hélice ou à roues, remorqueurs) ont pris des formes assez fixes, qui certes permettent encore bien des améliorations mais qui en somme satisfont très bien aux exigences du trafic. On peut dire la même chose des canaux maritimes. Restent les canaux pour la navigation intérieure. Le réseau de ces canaux est coupé par le Zuiderzée et par les rivières, de sorte que la longueur des canaux est restreinte.

A la sortie d'un canal les bateaux doivent avoir recours aux remorqueurs, à la voile ou à leurs propres machines à vapeur.

Les nouveaux systèmes de traction mécanique, dont nous avons parlé plus haut, sont adhérents au canal sur lesquels ils sont établis, ce qui constitue un désavantage en comparaison avec les remorqueurs et les bateaux-porteurs. Ils demandent un service régulier, ce qui devient toujours cher, puisque ce service doit être organisé de manière à pouvoir satisfaire — autant que possible — aux transports maximum, tandis qu'en général les transports ne présentent point du tout de la régularité. En conséquence les prix de transport ou les prix de traction par tonne kilométrique ne baissent à un point suffisamment bas que pour des transports totaux considérables. Pour le halage funiculaire on a calculé le mouvement annuel minimum nécessaire pour rendre l'installation rémunérative à environ un million de tonnes.

Le tableau A montre que ce tonnage annuel est atteint à peu près ou dépassé sur les canaux suivants: 1°. de Groningue à Lemmer; 2°. le Meppelerdiep; 3°. le Grand Canal de la Hollande-Septentrionale; 4°. le canal du Merwede; 5°. le Keulsche Vaart; 6°. le canal de Gouda à Amsterdam par le Gouwe et par le canal le long du lac de Harlem desséché; 7°. l'Amstel; 8°. le canal de Delfshaven à Leyde; 9°. le Dieze canalisé; 10°. le canal de Maastricht à Liège; 11°. le canal à travers Zuid-Beveland.

Les chiffres du tonnage annuel ne se rapportent pourtant qu'à une certaine partie de chaque canal; aussi ils ne représentent point le poids des marchandises transportées, mais ils donnent seulement la mesure de capacité des bateaux (1).

Parmi ces canaux les n^{os} 2, 9 et 11 sont trop courts et leur situation est trop spéciale pour qu'ils soient propres à une installation de traction mécanique. Sur les canaux n^{os} 1 et 3—8, il y a une navigation locale très intense de petits bateaux, qui ne parcourent que de petites distances. Le nombre des écluses sur ces canaux étant très petit, il n'est pas bien clair de quelle manière on pourrait arranger un service régulier pour cette navigation locale. Le halage funiculaire permettrait le mouvement libre de ces petits bateaux, mais puisque ce mouvement reste souvent sur une partie du canal entre deux écluses, il faudrait louer p. e. des cordes d'amarre en abonnement. Il est à craindre qu'un arrangement pareil n'aura pas de succès, surtout à cause de fraudes et du contrôle difficile. Le système de MM. MOLINOS et DE BOVER n'est non plus propre à cette navigation locale. Seulement la traction par locomotive, par toueur spécial ou par remorqueur se prête à prendre en route les bateaux qui désirent parcourir certaine petite distance.

Pour avoir de la réussite, un important trafic continu, parcourant le canal dans toute sa longueur, est nécessaire, et ce trafic ne se trouve que sur les canaux reliant Amsterdam à Gouda et au Lek à Vreeswijk (Canal du Merwede). Ce sont ces deux canaux qui méritent d'être étudiés en premier lieu, et ensuite le canal de Groningue à Lemmer et celui de Liège à Maestricht; peut-être encore le canal de Maestricht à Bois-le-Duc; sur ce dernier canal le tonnage total n'atteint pas la limite désirée, mais le trafic transitaire ou direct est assez important. La traction par locomotive et le halage funiculaire sont exclus pour les canaux de Groningue à Lemmer et d'Amsterdam à Gouda à cause des lacs, du terrain peu solide et autres difficultés locales. Sur le canal du Merwede les divers systèmes sont praticables sous un point de vue technique et locale.

Une grosse difficulté se présente tout-de-même, c'est-à-dire la question financière. Les dépenses de premier établissement et les frais d'exploitation sont très grands et la concurrence des autres moyens de traction est très vive.

Les canaux français se trouvent dans une position beaucoup plus avantageuse en ce qui concerne l'application des nouveaux systèmes de traction. Ils ont une longueur très grande, des écluses de dimensions

(1) Si on calcule le tonnage moyen des bateaux, on obtient les chiffres suivants: 50, 60, 45¹, 67 à 81, 42, 80, 62, 16 à 23, 80, 124 et 106 m³. Ces chiffres moyens n'ont pas de valeur réelle, mais ils montrent clairement 1^o que les dimensions des bateaux sont très variées et 2^o que sur les canaux (p. e. n^{os} 3, 4, 5, 6, 7 et 8) où circulent des bateaux d'un grand tonnage, le nombre des petits bateaux est tellement grand, que le tonnage moyen reste petit.

presque uniformes; sur ces canaux il y a un trafic très important de marchandises transportées d'un bassin de rivière à l'autre, un trafic parcourant tout le canal ou du moins une grande partie, tandis que la grande quantité des écluses forme un obstacle sérieux pour la navigation à vapeur. Néanmoins on a senti en France aussi bien qu'ailleurs la difficulté d'assurer à l'installation de traction mécanique la quantité des transports nécessaires pour réduire le prix de traction à tel point, que l'installation puisse lutter avec succès contre les systèmes de traction usités. Dans les Pays-Bas cette lutte est surtout difficile, parce que la navigation à vapeur est presque partout permise et présente des avantages incontestables. Les remorqueurs marchent à une assez grande vitesse et transportent les bateaux à presque chaque endroit; l'installation mécanique ne peut servir que sur une partie du chemin à parcourir. Certes, ce dernier système peut donner plus de régularité et peut transporter à des prix fixes, mais ces avantages sont contre-balancés en partie par les pertes de temps, occasionnées par la formation des trains, l'attente du convoi marchant en sens inverse ou la vitesse de marche restreinte, tandis que la régularité est compromise au plus haut degré par les ponts mobiles dans les chemins de fer (1).

Afin d'aplanir les difficultés financières, qui s'opposent à l'établissement de nouveaux systèmes de traction mécanique, on a proposé de créer des monopoles de traction sur les canaux.

Cet idée est déjà mise en pratique par la ville de Bruxelles. Il me semble pourtant, qu'on puisse y faire des objections bien sérieuses. Il est clair qu'il faut faire une exception, en créant ce monopole, à l'égard des bateaux ayant eux-mêmes des moyens de propulsion. Il s'agit donc des bateaux remorqués ou halés, mais on se demande de quel droit on pourrait défendre le halage à bras d'hommes ou par des chevaux, et par quel motif valable on pourrait interdire le remorquage, si les dimensions du canal ou des circonstances locales ne s'y opposent pas. Il ne faut pas oublier, que le prix de la traction ne constitue qu'une partie des frais de transport et que ces frais eux-mêmes ne forment pas le seul facteur qui soit en jeu. Souvent l'économie de la traction doit rester subordonnée aux exigences de l'exploitation et du commerce.

On a cité l'exemple des services de chemins de fer et on a proposé d'installer sur les canaux des services analogues. Mais il y a une différence énorme entre les chemins de fer et les canaux, qui défend chaque comparaison en ce qui concerne l'exploitation. Les canaux sont des voies de communication ouvertes à tout le monde; sur les chemins de fer il est absolument impossible de permettre une liberté de mouvement quelconque.

(1) La section du canal du Merwede, du Lek à Amsterdam, est le seul canal qui est traversé par les chemins de fer sur des ponts fixes élevés.

Malgré les préjudices incontestables, il a fallu créer un monopole à peu près absolu, mais du moins ce monopole, exigé par la sécurité publique, donne des avantages réels, des transports à une grande vitesse et à des prix très modérés.

Aussi le chemin de fer prend soin du transport des marchandises jusqu'à leur destination tandis que sur le canal la Société (ou l'Etat) exerçant le monopole de la traction, ne s'occupera certainement pas du transport ultérieur.

Il est donc à prévoir que le monopole de la traction sur un canal ne donnera point d'avantages au commerce; au contraire: la vitesse des transports sera souvent réduite et surtout la petite navigation intérieure et locale, qui demande la plus grande liberté et simplicité, tombera en souffrance.

Quant aux Pays-Bas, j'aime à croire que, sauf exceptions en cas spéciaux, tout système de traction, qui ne comporte pas en même temps d'autres moyens de traction et qui diminue la liberté de la navigation, soit inadmissible aussi bien que tout monopole.

V. CONCLUSIONS.

La navigation intérieure demande plus de régularité, plus de vitesse et diminution de frais. Une bonne exploitation n'étant possible que sur des canaux établis d'une manière convenable, les efforts de l'Etat et des propriétaires des canaux doivent viser en premier lieu à l'enlèvement des obstacles, qui s'opposent à l'accomplissement de ces désirs légitimes. A cet égard il y a encore beaucoup à faire.

L'éclusage prend généralement beaucoup trop de temps, les ponts mobiles dans les chemins de fer sont la cause de retards considérables. Chaque augmentation de la vitesse de marche pourra devenir inutile, chaque amélioration dans la régularité des services et dans la traction restera sans effet, si on ne remédie pas à ces graves inconvénients.

Aussi il faudra apporter plus d'uniformité dans les canaux dans ce sens, que la navigation sur un canal entier ou sur un réseau de canaux ne dépende plus des dimensions d'une seule écluse, d'un seul pont ou d'un mouillage local, et de telle manière que des bateaux d'un tonnage moyen puissent naviguer sur toutes les voies principales.

Les canaux les plus importants, reliant les ports de mer et les grandes villes de commerce aux rivières et mutuellement méritent l'attention spéciale. En premier lieu les canaux d'Amsterdam au Rhin et d'Amsterdam à Rotterdam doivent satisfaire aux besoins de la grande navigation fluviale. L'éclusage de convois entiers doit être possible et les écluses doivent être munies d'appareils propres à accélérer cet éclusage.

Les pertes de temps et les délais dans les ports doivent être réduites; les moyens de chargement et de déchargement demandent une extension considérable.

Il faut faciliter autant que possible la navigation à vapeur. A cet effet divers canaux doivent être rectifiés, élargis et approfondis. L'agrandissement du profil, en diminuant énormément la résistance des bateaux, semble préférable à tout autre moyen tendant à protéger les bernes. Là où la largeur du canal ne peut être augmentée sans trop de frais, l'abaissement du plafond peut présenter un moyen d'amélioration efficace. Le grand effet de la profondeur est démontré clairement par les recherches expérimentales de M. CAMÉRÉ.

Les écluses doivent être construites de manière à permettre l'éclusage de plusieurs bateaux à la fois. Sur les canaux de dimensions restreintes l'emploi de deux petites écluses l'une à côté de l'autre semble préférable à l'emploi d'une seule écluse plus grande. De petites écluses à côté des plus grandes seraient aussi très utiles sur les grands canaux.

Par ces mesures ainsi que par l'abaissement ou l'abolition de péages les frais d'exploitation seraient réduites au plus haut degré.

De cette manière il faudrait tâcher de créer de fur et à mesure des voies navigables, permettant partout une vitesse ordinaire des bateaux à vapeur marchant isolément d'au moins 10 à 12 km. à l'heure ce qui paraît possible sans dépenser des sommes extravagantes.

De son côté la navigation doit tendre à l'utilisation plus complète de son matériel et à plus d'unité dans l'exploitation. Ce but pourrait être atteint par moyen de l'association, qui en même temps pourrait emmener plus de stabilité dans les tarifs de remorquage. Un service à tour de rôle sur les rivières et les canaux principaux, exercé par des bateaux-porteurs ou des porteurs-remorqueurs semble propre à donner des résultats satisfaisants.

Quant à la question, proprement dite, de l'organisation la plus économique de la propulsion et de la traction sur les canaux, elle n'est pas encore résolue d'une manière définitive. Aussi, du moins pratiquement, elle ne semble pas propre à une solution générale. Chaque cas demandera une étude spéciale, tenant compte des circonstances locales, des dimensions du canal et des bateaux, de la répartition des transports etc.

En outre la question de la propulsion et de la traction ne peut pas être traitée à part, mais doit se rattacher à celle de l'exploitation du canal ou des canaux dans toute son étendue en rapport avec les besoins du commerce.

La création d'un monopole de traction sur un canal semble inadmissible, sauf en cas spéciaux.

L'étude de l'ensemble des voies navigables dans les Pays-Bas porte à croire, que pour la plupart des canaux dans ce royaume les systèmes de la propulsion autonome des bateaux et de la traction par remorqueurs doivent être placés au premier rang. Ces systèmes permettent une grande vitesse de marche ; ils se prêtent à un usage général ; ils sont propres à transporter les bateaux à chaque endroit situé sur une voie navigable et jusqu'au centre des villes, tout en gardant à la navigation entière la liberté la plus

grande. Surtout la navigation par bateaux-porteurs, remorquant à besoin un ou deux bateaux, semble mériter une attention spéciale. Le mouvement autonome de chaque bateau permet à marcher sans danger à une plus grande vitesse que les convois, ce qui ensemble avec l'indépendance absolue constitue un avantage sérieux.

L'emploi le plus utile de petits moteurs à vapeur (SERPOLLET e. a.), à pétrole (VAN RENNES) et électriques (accumulateurs, etc.), propres à être installés sur les petits bateaux restera à étudier plus spécialement.

Sur quelques canaux d'un trafic régulier et direct, en premier lieu sur le canal d'Amsterdam au Lek (à Vreeswijk), le halage funiculaire, la traction par locomotive et le touage par toueur pourvu d'une poulie magnétique méritent une étude approfondie.

Enfin il est de la plus haute importance de continuer les recherches expérimentales de M. CAMÉRÉ et de M. DE MAS, ainsi que celles sur la vitesse la plus convenable des bateaux à hélice, sur les canaux néerlandais et avec des bateaux de différentes formes.

En terminant, j'exprime l'espoir qu'au VII^{me} Congrès international de navigation intérieure, les ingénieurs hollandais soient en état de produire des résultats de nouveaux essais de traction et de nouvelles recherches expérimentales, propres à prendre place à côté des recherches et essais si remarquables faits en France et en Allemagne, et dignes du „pays des canaux”.

La Haye, Juillet 1894.

NOM DU CANAL.	Dimensions (minimum) du canal.			Dimensions (maxi- mum) des bateaux ou des bateaux à vapeur (v).			Vitesse en m.
	Largeur à la ligne de flottaison. M.	Largeur au plafond. M.	Mouil- lage. M.	Longueur. M.	Largeur. M.	Tirant d'eau. M.	jusqu'à 1
Canaux dans les provinces de Groningue et de Frise.							
1. Eemskanaal (de Groningue à l'Eems près Delfzijl)	31 à 40	12 à 22	4.50	—	10.50	4.25	140 à 150
2. Damsterdiep (de Groningue à Delfzijl)	10	6	1.70	—	5	—	140 à 150
3. Reitdiep (de Groningue au Lauwerzee)	20 à 100	10	2.50	—	—	—	140 à 150
4. Winschoterdiep (Groningue—Zuidbroek)	18 à 20	7 à 12	2.00	—	5	—	150 à 160
et (Zuidbroek—Wildervank)	11 à 14	7 à 9	1.80	—			
Stadskanaal (Wildervank—Ter Apel)	11.50	7	1.50	—			
5. Canal de Groningue à Lemmer par Bergumerdam et embranchement à Stavoren	—	14 à 30	2.00	30 (v)	5 (v)	1.60	140 à 150
6. Canal du Nieuwe Zijlen (Lauwerzee) à Harlingen par Dokkum et Leeuwarden	—	6 à 16	2.10	30 (v)	5 (v)	1.60	140 à 150
Canaux dans les provinces de Drenthe, d'Overijssel et de Gueldre.							
7. Drentsche Hoofdvaart (Canal d'Assen à Meppel)	14.50	6	1.80	—	5	1.25	125 à 140
8. Meppelerdiep (Meppel—Zwartsluis)	21 à 32	13 à 24	1.90	60	7.80	1.80	200 à 250
9. Dedemsvaart (de Hasselt au Vecht)	13	6.50	1.60	23	5	1.30	—
10. Overyssele kanaal (de Zwolle à Almelo), avec embranchements	14.30	7.50	1.70	35.37*	5.90	1.41*	110 à 130
11. Willemsvaart (de Zwolle à l'Yssel)	22 à 28	14 à 18	3.15	94.75	11.80	3	150 à 180
12. Apeldoornsch kanaal (Dieren—Hattem)	10.50	5	1.62	21.50	4.15	1.38	75 à 100
Canaux dans les provinces de Hollande (Septentrionale et Méridionale) et d'Utrecht.							
13. Noordzeekanaal (Canal de la Mer du Nord: Amsterdam—Ymuiden)	68	20	7.70	115	17.75	7.30	250 à 300
14. Groot Noordhollandsch kanaal (Grand Canal de la Hollande-Septentrionale: Amsterdam—Nieuwediep)	38	10	5.50	64	15	4.80	250 à 300
15. (*) Merwede kanaal (Canal d'Amsterdam au Merwede)	32	20	3.10	80	10.50	2.60	200 à 250
16. Keulse vaart (Canal d'Amsterdam au Lek par le Vecht)	13 à 115	13	2.25	52	7.50	2.10	180 à 200
17. Oude Rijn (de Leyde au Gouwe)	—	—	—	—	—	—	140 à 150
18. Canaux d'Amsterdam à Rotterdam:							
1°. de l'Yssel (Gouda) à l'Oude Rijn par le Gouwe	—	—	—	46.7	7.50	2.10	140 à 150
2°. de l'Oude Rijn à Amsterdam par l'Amstel	21 à 120	—	2.25	—	7.50	2.10	140 à 150
3°. de l'Oude Rijn à Amsterdam par le canal le long du Haarlemmermeerpolder	10 à 300	—	2.25 à 4.00	—	7.40	2.10	140 à 150
19. Canal de Delfshaven à Leyde:							
1°. Delfshaven—Haagvliet	27	18	2.80	51	7.50	2.50	140 à 150
2°. Haagvliet—Leyde	22	12	2.50	40	5.35	2.20	—
20. Yssel hollandais canalisé (Canal de Gouda au Lek par Oudewater)	11.70	6	2	26	5.30	1.50	180 à 190
21. Canal de Voorne	37	10	5.90	110	13.70	6.00	250 à 300

des bateaux à vapeur
sent en M. à la minute.

des
M. à la
des
convoi

Mouvement annuel de bateaux de navigation
intérieure 1892.

200 à 150	150 à 125	125	150 (2)	7, ou 10 de 13 M.	8710 27024	461948 1232642	Ecluse à Purmerend. Ecluses près Amsterdam.
150	125	-	-	12	17266 17431	1149893 1422147	Pont tournant à Maarsse. Ecluses à Amsterdam.
130	(3)	-	-	12	16916 25958	709269 1076228	Ecluse (ancienne) à Vreeswijk. Ecluse à Utrecht (Vecht)
-	-	-	150 à 80	-	-	-	
-	-	-	100 à 120	-	25394 13544 (†)	2026377 842866	Ecluse à Gouda (Mallegatsluis). Nouvelle écluse sur l'Amstel à Leimuiden.
-	-	-	100	-	39221	-	(†) dont 5301 bateaux à vapeur. à Amsterdam.
-	-	-	-	-	82250 44421	1339617 1032841	à Delft. Ecluse à Leidschendam.
-	-	-	-	8	10458	294010	Ecluse près de Gouda.
150	150	125	-	8	7173	524363	Ecluse à Nieuwesluis.

NOM DU CANAL.	Dimensions (minimum) du canal.			Dimensions (maximum) des bateaux ou des bateaux à vapeur (v).			Vitesse max.
	Largeur à la ligne de flottaison. M.	Largeur au plafond. M.	Mouil- lage. M.	Longueur. M.	Largeur. M.	Tirant d'eau. M.	jusqu'à 1
Canaux dans les provinces du Brabant-Septentrional et de Limbourg.							
22. Dieze canalisé (de Bois-le-Duc à la Meuse) .	54.40	40	2.40	56	11.80	1.90	...
23. Zuid-Willemsvaart (Canal de Bois-le-Duc à Maestricht)	18.40	10	2.10	50	5 (4)	1.90	...
24. Canal de Maestricht à Liège	—	9 à 11	2.10	50	5 (4)	1.90	120
Canaux dans la province de Zélande.							
25. Canal à travers Zuid-Beveland	40	10	6.50	100	15.75	6.20	250
26. Canal à travers Walcheren (Flessingue—Veere)	50 à 60	8 à 21	7.45	130	19.75	7.10	250
27. Canal de Terneuzen à Gand	47.25	17	6.05	90	11.50	5.61	250

(*) Le Merwedekanaal a été ouvert jusqu'à Vreeswijk le 4 Août 1892.

(1) de nuit 133 M.

(2) de nuit 100 M.

(3) La vitesse doit être réduite à 75 M. dans le centre des villages.

(4) Avec une permission spéciale, des bateaux d'une largeur de 6.60 M. peuvent circuler sur le canal.

(5) Avec une permission spéciale, la vitesse peut être augmentée jusqu'à 180 M.

des bateaux à vapeur
ent en M. à la minute.

des
M. à la

des
convoi

Mouvement annuel de bateaux de navigation
intérieure 1892.



**This book should be returned to
the Library on or before the last date
stamped below.**

**A fine of five cents a day is incurred
by retaining it beyond the specified
time.**

Please return promptly.